

T. 2978

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO
DE TRES CULTIVARES DE CEBOLLA (*Allium cepa* L) DE DIFERENTE CICLO
EN DIFERENTES LOCALIDADES Y FECHAS DE SIEMBRA.**

por

**Alejandro ARIAS POLNITSKI
Sebastián PELUFFO FOURMENT**



**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2001**

Tesis aprobada por:

Director

Ing. Agr. Guillermo Galván M.Sc.

Primer Vocal

Ing. Agr. Luis Viega.

Segundo Vocal

Ing. Agr. Gustavo Giménez M.Sc.

FECHA:

AUTORES:

Alejandro Arias

Sebastián Peluffo

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración y apoyo prestado para la realización de esta tesis a las siguientes personas:

- Al Ing. Agr. Guillermo Galván, director de este trabajo por su esfuerzo y constante apoyo durante la realización del mismo.
- A la Cátedra de Horticultura por los aportes recibidos de todos sus integrantes, en especial por parte de los Ing. Agr. Julio Rodríguez y Fernanda Zaccari.
- A los funcionarios del C.R.S., por su apoyo en los trabajos de campo, especialmente a Natalia Curbelo.
- A los productores, Sergio Patteta y Cacho Salvano por permitirnos realizar algunos de los ensayos en sus predios y por la colaboración que prestaron en los mismos.
- A la Cátedra de Estadística por su aporte en el análisis estadístico de los datos obtenidos. En especial al Ing. Agr. Jorge Franco y a la bachiller Inés de Aurrecochea.
- A la Cátedra de Agrometeorología y al I.N.I.A. Las Brujas por la información suministrada en referencia a registros climáticos.
- Al personal de biblioteca de la Facultad de Agronomía.
- A nuestros amigos Adriana Reggio , Pablo Pacheco, Javier Zipitría por su constante apoyo y ayuda en las labores de campo.
- A nuestros padres y familiares por el estímulo y afecto, que nos ayudan a lograr realizar nuestros sueños y desarrollo personal.
- A nuestras compañeras Serrana Sollier y Claudia Chiriff por su invaluable apoyo y colaboración permanente; desde un inicio hasta lograr finalizar este trabajo.
- A todas las personas que de una u otra manera, han colaborado en la realización de esta tesis.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROVACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	IX
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.2. HIPOTESIS.....	2
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1 CARACTERISTICAS DEL CULTIVO EN URUGUAY.....	3
2.1.1. <u>Tipos de cultivares utilizados en el país</u>	4
2.1.2. <u>Sistemas de producción en la región Sur</u>	4
2.2 ADAPTACIÓN AL MEDIO DE LOS CULTIVARES.....	6
2.3. CARACTERISTICAS FISIOLÓGICAS DE LA CEBOLLA.....	7
2.3.1. <u>Crecimiento y desarrollo del canopy foliar en cebolla</u> ...	7
2.3.2. <u>Formación del bulbo</u>	8
2.3.2.1. <i>Fotoperíodo</i>	9
2.3.2.2. <i>Temperatura</i>	9
2.3.2.3. <i>Tamaño de plantín</i>	11
2.3.2.4. <i>Otros factores</i>	12
2.3.2.5. <i>Variabilidad en el crecimiento y tamaño del bulbo</i>	13
2.3.3. <u>Floración</u>	13
2.4. MAXIMO RENDIMIENTO POTENCIAL.....	14
2.5. FACTORES DETERMINANTES DEL RENDIMIENTO.....	15
2.5.1. <u>Densidad de plantas</u>	15
2.5.2. <u>Tasa de crecimiento del bulbo</u>	17
2.5.2.1. <i>Radiación interceptada</i>	17
2.5.2.2. <i>Eficiencia de conversión en materia seca</i>	19
2.5.2.3. <i>Fracción cosechable de la materia seca</i>	19
2.5.3. <u>Duración de la Bulbificación</u>	19
2.5.3.1. <i>Efectos de la radiación interceptada</i>	20
2.5.3.2. <i>Efectos de la temperatura</i>	21
2.5.4. <u>Factores que afectan el área foliar y la tasa de</u>	

<u>crecimiento</u>	22
2.5.4.1. <i>Fecha de siembra</i>	22
2.5.4.2. <i>Fecha de trasplante</i>	24
2.5.4.3. <i>Influencia del suelo (textura, agua, nutrientes)</i>	24
2.6. EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO CARACTERIZADO A PARTIR DE DIFERENTES VARIABLES	27
2.6.1. <u>Peso fresco de hojas</u>	27
2.6.2. <u>Peso fresco del bulbo</u>	28
2.6.3. <u>Peso fresco total</u>	29
2.6.4. <u>Número de hojas</u>	29
2.6.5. <u>Días desde trasplante a inicio de bulbificación</u>	29
2.6.6. <u>Días desde trasplante a cosecha</u>	30
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	31
3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL	31
3.2. ANALISIS ESTADISTICOS	31
3.3. FECHAS DE SIEMBRA Y TRASPLANTE	32
3.4. CULTIVARES UTILIZADOS	32
3.4.1. <u>Texas Early Grano 502 (cultivar de día corto)</u>	33
3.4.2. <u>Pantanoso del Sauce CRS (cultivar de día intermedio)</u>	33
3.4.3. <u>Valcatorçe INTA (cultivar de día largo)</u>	33
3.5. AREA DE ESTUDIO	35
3.5.1. <u>Brunosol en el Centro Regional Sur (CRS)</u>	35
3.5.1.1. <i>Descripción del perfil</i>	35
3.5.1.2. <i>Historia y manejo anterior</i>	35
3.5.2. <u>Vertisol en el Centro Regional Sur (CRS)</u>	36
3.5.2.1. <i>Descripción del perfil</i>	36
3.5.2.2. <i>Historia y manejo anterior</i>	36
3.5.3. <u>Brunosol en Pantanoso del Sauce</u>	37
3.5.3.1. <i>Descripción del perfil</i>	37
3.5.3.2. <i>Historia y manejo anterior</i>	37
3.5.4. <u>Vertisol en Canelón Grande</u>	38
3.5.4.1. <i>Descripción del perfil</i>	38
3.5.4.2. <i>Historia y manejo anterior</i>	39
3.6. MANEJO DEL CULTIVO	40
3.6.1. <u>Almácigos</u>	40
3.6.2. <u>Cultivo</u>	40
3.7. DETERMINACIONES	41
3.7.1. <u>Rendimiento total y comercial</u>	41
3.7.2. <u>Muestreos durante el crecimiento del cultivo</u>	42

4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	43
4.1.	RENDIMIENTO TOTAL	43
4.1.1.	<u>Comparación entre fechas de trasplante</u>	43
4.1.2.	<u>Comparación entre cultivares</u>	49
4.2.	RENDIMIENTO COMERCIAL	55
4.2.1.	<u>Comparación entre fechas de trasplante</u>	55
4.2.2.	<u>Comparación entre cultivares</u>	57
4.3.	PESO MEDIO DE BULBO COMERCIAL	60
4.3.1.	<u>Comparación entre fechas de trasplante</u>	60
4.3.2.	<u>Comparación entre cultivares</u>	62
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	64
6.	<u>RESUMEN</u>	65
7.	<u>SUMMARY</u>	66
8.	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	67
9.	<u>ANEXOS</u>	70

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro N°	Página
1. Caracterización de sistemas de producción de cebolla en la región sur.	5
2. Ciclo de cultivo para las tres fechas de siembra y trasplante.	32
3. Propiedades químicas de los suelos utilizados en los ensayos. ...	38
4. Propiedades físicas de los suelos utilizados en los ensayos.	39
5. Rendimiento total (Kg/ha) promedio de cultivares en el Vertisol CRS, y para cada cultivar según fechas de trasplante en las otras localidades de ensayo.	44
6. Variables de crecimiento según fecha de trasplante (promedio de tres cultivares).	45
7. Correlación entre variables de crecimiento y el rendimiento.	49
8. Rendimiento total (kg/ha) promedio de fechas de trasplante en el Vertisol CRS, y para cada fecha de trasplante por cultivar en las otras localidades de ensayo.	50
9. Variables de crecimiento según cultivar (promedio de tres fechas de trasplante).	52
10. Rendimiento comercial según cultivar en cada localidad de ensayo, (datos promedio de las tres fechas).	55
11. Porcentaje de bulbos comerciales según fecha, para cada localidad (datos promedio de los tres cultivares).	56
12. Porcentaje de bulbos de descarte según fecha, para cada localidad (datos promedio de los tres cultivares).	57
13. Rendimiento comercial según cultivar en cada localidad de ensayo, (datos promedio de las tres fechas).	58
14. Porcentaje de bulbos comerciales, según cultivar en cada localidad, (datos promedio de las tres fechas).	58
15. Porcentaje de bulbos de descarte, según cultivar en cada localidad, (datos promedio de las tres fechas).	59

16. Peso medio de bulbo comercial (g) promedio de cultivares en las localidades Brunosol y Vertisol del CRS, y para cada cultivar según fechas de trasplante en las otras localidades.	61
17. Peso medio de bulbo comercial (g) promedio de las tres fechas en las localidades Brunosol y Vertisol del CRS ,y para cada fecha de trasplante, según cultivar en las otras localidades.	63
18. Variables de crecimiento según fecha de trasplante, cultivar y localidad.	76
19. Comparación entre variables de crecimiento y rendimiento, según cultivar y fecha de trasplante, para el Brunosol CRS.	77
20. Comparación entre variables de crecimiento y rendimiento, según cultivar y fecha de trasplante para el Vertisol CRS.	77
21. Peso medio de bulbos (grs), por fecha de trasplante en cada localidad de ensayo.	78
22. Peso medio de bulbos (grs), por cultivar en cada localidad de ensayo.	78
23. Rendimiento total (Kg/ha) de cada cultivar según fechas de trasplante en cada localidad de ensayo.	79
24. Rendimiento comercial (Kg/ha) de cada cultivar según fechas de trasplante en cada localidad de ensayo.	80

Figura N°

1. Representación esquemática de los componentes del rendimiento y los factores de manejo que inciden en el	16
2. Diagrama representativo de una localidad de ensayo.	34
3. Evolución del área foliar por planta (cm ²) y del IAF de cada cultivar y fecha de siembra. Ensayo sobre Brunosol CRS.	47
4. Evolución del área foliar por planta (cm ²) y del IAFde cada cultivar y fecha de siembra. Ensayo sobre Vertisol CRS.	48
5. Diagramas representativos de la duración del ciclo de cada cultivar en cada fecha de trasplante.	54
6. Rendimiento total (kg/há),según fecha en el Vertisol C.R.S	70

7. Rendimiento total (kg/há),según cultivar en el Vertisol C.R.S . . .	70
8. Rendimiento total, según cultivar y fecha en el Brunosol C.R.S. .	71
9. Rendimiento comercial, según fecha en Vertisol C.R.S.	71
10. Rendimiento comercial, según cultivar en Vertisol C.R.S.	72
11. Peso medio de bulbo comercial, según fecha en Brunosol C.R.S.	72
12. Peso medio de bulbo comercial, según cultivar en Brunosol C.R.S.	73
13. Peso medio de bulbo comercial, según cultivar y fecha en Brunosol C.R.S.	73
14. Precipitaciones durante el ensayo y promedio histórico.	74
15. Registros climatológicos durante el ensayo (1997- 98).	75

1. INTRODUCCION

En la producción de cebolla en la zona sur de Uruguay se utilizan una amplia gama de cultivares o tipos genéticos, en función de los objetivos de producción. Los cultivares de día corto, se utilizan fundamentalmente por su precocidad, mientras que cultivares de día intermedio y largo para conservación poscosecha.

Dentro de los destinados a conservación poscosecha, tiene gran importancia la multiplicación de semilla en el predio, lo que llevo a la conformación y mantenimiento de poblaciones locales. a través de la caracterización agronómica de dichas poblaciones realizada por la Cátedra de horticultura se encontraron semiprecoces (de día intermedio) y tardías (de día largo).

Desde 1987 la Facultad de Agronomía realizó un trabajo de rescate y conservación de materiales locales como forma de evitar la pérdida de estos recursos genéticos y una evaluación agronómica de los mismos. De esta evaluación, se destacaron las poblaciones de cebolla provenientes de la zona de Pantanoso del Sauce (Canelones) o *Inverniza*.

A partir de 1992, comienza el programa de mejoramiento de cebolla en Facultad de Agronomía, dando origen en el año 1997 al cultivar Pantanoso del Sauce C.R.S, siendo este uno de los cultivares utilizados en el presente trabajo.

A nivel productivo el cultivar utilizado, la fecha de siembra y trasplante así como el tipo de suelo sobre el que se realiza el cultivo de cebolla tienen gran importancia en la determinación del rendimiento potencial del cultivo.

Conocer la influencia de estos factores y sus interacciones puede permitir un adecuado manejo de los mismos posibilitando la obtención de mejores rendimientos.

En el presente trabajo, se analiza la incidencia de estos factores de producción, buscando aportar elementos acerca de la fisiología del cultivo y criterios para la toma de decisiones.

1.1. OBJETIVOS

Este trabajo se realizó como apoyo al programa de mejoramiento de cebolla realizado en el Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía, y en el marco de la evaluación de la adaptación del germoplasma local, con indicadores como el rendimiento, la estabilidad del rendimiento y la conservación poscosecha. Los objetivos planteados son:

- (a) Evaluar el rendimiento de tres cultivares de polinización abierta de cebolla de diferente ciclo en cuatro localidades, con tres fechas de siembra y trasplante;
- (b) Explicar las respuestas encontradas en el rendimiento final, mediante el estudio del crecimiento de los tres tipos de cultivares y las 3 fechas de siembra y trasplante estudiadas, en dos de las localidades ensayadas.

1.2. HIPOTESIS DE TRABAJO:

- Al retrasar la fecha de siembra y trasplante se afecta el rendimiento total y comercial.
- El uso de cultivares de diferente ciclo afecta el rendimiento total y comercial.
- El comportamiento de los cultivares utilizados depende de las distintas fechas de siembra y trasplante, (interacción cv x fecha), así como del suelo en el que se realiza el cultivo.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA.

2.1. CARACTERISTICAS DEL CULTIVO EN URUGUAY.

La cebolla (*Allium cepa* L) es uno de los cultivos de mayor relevancia a nivel mundial por estar entre las hortalizas de mayor consumo en el mundo. Anualmente se dedican 19 millones de hectáreas para su producción y se obtienen 27 millones de toneladas (FAO, 1989).

En Uruguay la cebolla es el segundo rubro hortícola en número de productores.

En la última década no han habido variaciones en cuanto al número de productores y al área plantada. La producción ha crecido de modo significativo debido al incremento de los rendimientos por hectárea. En 1990 se plantaron 2387 hectáreas, el rendimiento promedio fue de 7600 kg/há y la producción nacional fue de 13279 toneladas.

En 1999 la superficie plantada fue de 2328 ha, el rendimiento promedio de 11100 kg/ha y la producción nacional fue de 20792 toneladas (Encuesta Hortícola 1999 DIEA, PREDEG).

Durante la década del 90 el destino principal del cultivo lo constituyó el mercado interno. Las exportaciones no superaron el 5% de la producción nacional, y los volúmenes importados superan ampliamente las exportaciones. Las importaciones superaron a las exportaciones entre un mínimo de 1200 toneladas en el año 1994 y un máximo de 8500 toneladas en el año 2000 (OPYPA-MGAP, 1998).

Se destacan dos zonas de producción: la región Sur, que abastece de cebolla desde mediados de noviembre hasta agosto, donde se realiza la mayor parte de la producción nacional con 1800 a 2000 hectáreas anuales (Canelones, San José y sur de Florida); y la zona norte con 250 a 300 hectáreas anuales (Salto y Artigas) donde se produce con la finalidad de cosechar tempranamente, y así cubrir la demanda de los meses de octubre y noviembre en el mercado.

2.1.1. Tipos de cultivares utilizados en el país

Se emplean distintos cultivares que se asocian a diferentes objetivos de producción:

- (a) Cultivares precoces (de día corto) con baja y mediana conservación poscosecha, se utilizan para obtener una producción temprana que se comercializa a corto y mediano plazo.

Ejemplo de estos cultivares es Texas Early Grano que es uno de los materiales utilizado en los ensayos de esta Tesis.

- (b) Cultivares de día intermedio y día largo con buena conservación poscosecha que se almacenan (principalmente a nivel predial), para comercializar a mediano y largo plazo.

Ejemplo de estos cultivares son Pantanoso del Sauce (de día intermedio), y Valcatorce Inta (de día largo).

Se siembran variedades comerciales producidas por semilleros especializados, así como variedades locales generadas a través de la multiplicación y selección realizada durante muchos años por productores y sus familias en forma artesanal. En Uruguay, la producción artesanal de semilla es comúnmente utilizada por los productores para llevar adelante el cultivo de muchas hortalizas. En el caso de cebolla, en 1991 se estimaba que en aproximadamente el 50 % del área sembrada se empleaban semillas producidas en el propio predio (Dogliotti y Tomassino, 1991), cifra que se mantendría en función de los registros de importaciones de semilla (INASE, 2000).

2.1. 2. Sistemas de Producción en la región Sur

En el Cuadro 1 se visualizan distintos modelos de producción de cebolla empleados en la zona sur, descritos por Capra *et al* (1993). Como ya se ha mencionado se utilizan materiales de diferente ciclo en cuanto a su duración y al momento de inicio de bulbificación.

Los suelos sobre los que se realiza este cultivo en la zona sur son originalmente de alta fertilidad, textura predominantemente limosa a arcillo-limosa, y escaso drenaje interno, con un horizonte subsuperficial de permeabilidad baja, lo que limita las oportunidades de laboreo.

Cuadro 1
Caracterización de sistemas de producción de cebolla en la región sur

Modelo	Cultivares	Sistema de plantación	Densidad (plantas/ha)	Control de malezas	Riego
1	Local	Surco simple	Baja 150 mil	Mecánico y manual	No
2	Local o Sintética 14	Surco doble	Media 180-250 mil	Mecánico, Manual y herbicida	Estratégico
3	Sintética 14	Canteros	Alta Más de 250 mil	Herbicida	Continuo
4	Variedad o Híbrido día corto	Canteros	Media a alta	Herbicida	Variable por zona

Fuente: Boletín de divulgación N° 29, INIA 1993.

Actualmente se observa cierto grado de degradación de la estructura, pérdida de materia orgánica y la fertilidad natural, lo que influye negativamente sobre el desempeño de los cultivos. Se destacan principalmente vertisoles y brunsoles, (Gonzales et. al.(1995).

Según Galván 1999, los vertisoles son suelos negros, generalmente de estructura granular, con buena capacidad de retención de agua, y permiten un buen crecimiento del sistema radicular; estas características posibilitan la utilización de cultivares tardíos con éxito, ya que se amortiguan los déficits hídricos que ocurren en verano.

Los brunsoles son suelos pardos livianos de estructura migajosa y presentan una capacidad de retención de agua más limitada, así como la capacidad de exploración radicular. En situaciones de erosión se produce encostramiento, lo que dificulta la emergencia de los cultivos y la respiración de las raíces; todo esto trae como consecuencia que los cultivares tardíos vean disminuido su potencial de rendimiento en estos suelos, que se emplean con mejor resultado para cultivares de día intermedio y cultivares precoces.

2.2. ADAPTACION AL MEDIO DE LOS CULTIVARES DE CEBOLLA

Los cultivares de cebolla mejor adaptados a una determinada región son aquellos que alcanzan a cumplir con sus requerimientos térmicos y fotoperiodicos mínimos. En esas condiciones, el crecimiento foliar y la formación del bulbo se suceden armónicamente, lográndose altos rendimientos, asociados a una mayor área foliar durante el período de bulbificación (Brewster *et al.*, 1977).

Para Jones y Mann (1963, citados por Nieves y Ruiz, 1995), el éxito en la producción de bulbos en algunos lugares, depende sobre todo de la selección de cultivares que crezcan y bulbifiquen satisfactoriamente bajo las condiciones impuestas por ese ambiente determinado. Los factores ambientales más importantes son el fotoperiodo y la temperatura. A su vez, interactuando con ellos hay un factor interno, el tamaño de planta.

El rendimiento del cultivo esta determinado por la época de siembra (Salter, 1975). Los requerimientos térmicos y fotoperiódicos varían entre cultivares y es preciso determinarlos para cada zona de producción, a fin de elegir la época de siembra adecuada y el área más apta.

Otro factor importante en la selección de cultivares lo constituye la floración prematura o *bolting*. En cuanto a este fenómeno, Barceló *et al* (1983) mencionan que diversos factores internos, sobre todo hormonales, y externos como la calidad de la luz y la temperatura, condicionan la inducción floral.

Para este autor, esos condicionamientos externos sobre el desarrollo de la planta son indicativos de un alto grado de adaptación de las distintas especies a su ecotipo, merced a la interacción entre distintos receptores sensores de la planta, los factores del medio, los niveles hormonales y la información genética de la planta.

Para Brewster 1990, los diferentes cultivares presentan un momento típico en el que se da el inicio de bulbificación debido al fotoperíodos y la temperatura de la localidad de cultivo, lo que define la partición de fotoasimilados entre el crecimiento vegetativo y el desarrollo del bulbo. El inicio de bulbificación se da en momentos diferentes del año según el cultivar.

Según Galván 1999 , Al desarrollarse el llenado de bulbo en distintos momentos para los diferentes cultivares pueden ocurrir condiciones ambientales distintas que afectan la bulbificación.

Por ejemplo para el cultivar Texas Early Grano 502 la bulbificación se da durante los meses de octubre y noviembre en los que hay menor demanda atmosférica, y por lo tanto menor déficit hídrico probable que durante los meses de diciembre y enero en los que se da la bulbificación de Valcatorce. Las diferencias en otras condiciones ambientales como radiación y temperatura que condicionan el balance hídrico, también influyen en el desarrollo del cultivo.

Otro elemento relacionado con la adaptación de los cultivares es el comportamiento sanitario, Frioni y Rolando (1998), en ensayos en almácigo encontraron que la Población local Pantanoso UR 8818 tuvo un mejor comportamiento que el resto de los materiales. Valcatorce INTA y la Selección Valenciana EELB estuvieron dentro del grupo más afectado, mientras que Valencianita INIA y Texas EG 502 tuvieron un comportamiento intermedio. El peso del plantín estuvo relacionado inversamente con el nivel de daño observado.

2.3. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE LA CEBOLLA

2.3.1. Crecimiento y desarrollo del canopy foliar en cebolla

Lefebre (1976, citado por Kasek y Melognio, 1995) divide en dos fases el crecimiento de la planta de cebolla: crecimiento de hojas y raíces, y acumulación de reservas. El crecimiento foliar y de las raíces es muy intenso hasta el comienzo de la bulbificación, donde se enlentece y luego prácticamente se detiene.

Moltini y Silva (1981, citados por Kasek y Melognio, 1995) hallaron que el peso fresco y seco de las hojas de la planta tiene un rápido crecimiento inicial hasta los 80 días después del trasplante, disminuyendo el peso fresco hacia la cosecha y manteniéndose estable hasta la misma. La disminución del crecimiento coincide con la traslocación de sustancias de reserva al bulbo, o sea, con el inicio de la bulbificación.

Según Brewster (1994) la tasa de aparición de las hojas es fuertemente dependiente de la temperatura. Los incrementos son lineales en el rango de 6 a 20 °C. Una temperatura de 6 °C puede considerarse cero fisiológico para el crecimiento foliar, y el máximo valor se alcanza entre los 22 y 25 °C, cayendo bruscamente por temperaturas mayores a 27 °C. De esta manera la aparición de las hojas puede medirse como la suma de grados día acumulados desde emergencia.

El rendimiento en cebolla está fuertemente relacionado al porcentaje de luz interceptada por el canopy foliar durante la bulbificación. Por lo tanto según sea el IAF logrado al inicio de la bulbificación, se determina la potencialidad de intercepción de luz por el canopy foliar (Brewster, 1994).

2.3.2. Formación del bulbo

Posteriormente a la fase de desarrollo foliar, se inicia el proceso de traslocación de sustancias a las catáfilas de las hojas, produciéndose la bulbificación. Cuando el diámetro mayor del bulbo duplica el diámetro del cuello del mismo, se considera iniciado el proceso de bulbificación (García y de la Peña, 1983).

Simultáneamente engrosan las vainas, algunas hojas interiores que no llegan a emerger al exterior, aparecen nuevos ápices de crecimiento y cesa la formación de raíces (Gomez y Lopez Palmero, 1977; citados por Compiani y D'acunti, 1994).

En la bulbificación, se atrofian las láminas de las hojas no emergidas, que se encontraban en desarrollo dentro del falso tallo, dando lugar a la formación de hojas almacenadoras (Yamaguchi, 1975, citado por Kasek y Melogno, 1995).

El fenómeno de la bulbificación ocurre principalmente por el agrandamiento celular y por el desarrollo de los espacios intercelulares, en tanto que es de importancia secundaria la división celular (Heath, 1945).

Genta y Ambrosioni (1995) mencionan que los cuatro factores que inciden en la bulbificación de la cebolla en orden decreciente son: fotoperiodo, temperatura, tamaño de planta y fertilización nitrogenada.

Destacan que si el alargamiento de los días y el aumento de temperatura encuentran a la planta con un pobre desarrollo, se producirá un atraso en la fecha de comienzo de bulbificación debido a que el inicio de bulbificación está determinado por el alargamiento en el fotoperíodos, siempre que la planta tenga un mínimo de desarrollo. Este atraso en el inicio de bulbificación trae como consecuencia un acortamiento del período de bulbificación, lo que determina un menor peso de bulbo en cosecha y un menor rendimiento.

2.3.2.1. fotoperíodo

En zonas templadas, la duración del día es el factor principal que determina el comienzo de la bulbificación, siendo la temperatura un factor moderador de dicho proceso (Abdalla, 1967, citado por Brewster 1977).

En esa interacción, el factor más importante es el largo del día, que determina los límites de adaptación de los diferentes cultivares (Galmarini, 1997). Cuando la cebolla se cultiva artificialmente bajo fotoperíodos muy cortos, las plantas forman indefinidamente hojas y no bulbifican (Heath y Hollies, 1965).

La bulbificación es inducida por días largos. Cuanto mayor es el fotoperíodo, más temprano cesa el crecimiento de las hojas y antes alcanza el bulbo su madurez fisiológica (Thompson y Smith, 1938). El fotoperíodo mínimo para bulbificar es llamado *fotoperíodos crítico*. Es una característica intrínseca de la variedad y es transmitida genéticamente (Reis Filgueira, 1972; citado por Kasek y Melognio, 1995).

Según Izquierdo *et al* (1981) la inducción por fotoperíodos para cebollas valencianas se alcanza para la zona sur de Uruguay desde la primera semana de octubre, y las temperaturas mínimas requeridas para el inicio de bulbificación se dan desde octubre.

Zink (1965, citado por Compiani y D'acunti, 1994) trabajando con la variedad Southport White Globe, demostró que el primer indicio de bulbificación se produjo aproximadamente a los 25 días después que comenzaron los días con fotoperíodos de 14 horas, y la temperatura media diaria del mes anterior varió dentro del rango de 13 a 20 ° C.

2.3.2.2. Temperatura

A diferencia del fotoperíodos, las condiciones de temperatura varían año a año para una misma localidad, por lo que no es de esperar un comportamiento uniforme de los cultivares de cebolla aun cuando las prácticas de manejo sean las mismas (Jones y Mann, 1963, citados por Nieves y Ruiz, 1995).

La temperatura óptima para la bulbificación oscila entre 25 y 30 °C, rango en el que se dan las mayores tasas de crecimiento de bulbo (Butt, 1968). Temperaturas muy bajas retrasan la formación del bulbo, y temperaturas muy altas (mayores de 30 °C) aceleran la senescencia de las hojas y la maduración disminuyendo el rendimiento final.

Por otra parte, Izquierdo *et al* (1981) determinaron que la bulbificación era inhibida con temperaturas entre 10 y 15 °C, y acelerada con temperaturas entre 21 y 26 °C, aún cuando se tuvo en ambos casos longitud de día favorables.

Thompson y Smith (1938, citados por Izquierdo *et al*, 1981) también señalan que la formación del bulbo no depende solo del fotoperiodo, sino que se requieren además temperaturas superiores a 15 °C.

El largo de día crítico para la bulbificación se acorta al aumentar la temperatura (Thompson y Smith, 1938).

Según Aldabe (1977) bajo condiciones de temperatura muy altas los bulbos maduran temprano, pudiendo reducirse los rendimientos. Con temperaturas bajas la maduración se retrasa, dificultándose el curado y el cerrado del cuello, y con frecuencia la calidad de almacenamiento se ve comprometida. Un pasaje repentino de temperaturas bajas a condiciones más cálidas, superando en forma rápida el mínimo de temperatura requerido, significa una rápida bulbificación y un adelanto de la maduración.

A su vez Thompson y Smith (1938, citados por Aldabe, 1977), encontraron que plantas bajo condiciones de día largo natural más suplemento de luz hasta 10 pm, no reaccionaron en la misma forma bajo 3 temperaturas distintas con que fueron tratadas. Las plantas mantenidas entre 10 y 15,6 °C no mostraban bulbificación, las que habían estado a 15,6-21,1°C tenían bulbos maduros y el follaje caído pero aún verde; y aquellas crecidas entre 21,1 y 26,7 °C tenían bulbos maduros y el follaje muerto.

Por su parte Jones y Mann (1963) también establecen que si prevalecen temperaturas bajas, la maduración se ve retrasada.

Lancaster y Gandhar (citados por Brewster, 1990a) mencionan que a veces la maduración falla, y las cebollas continúan produciendo tallos con hojas, en lugar de madurar. En Bretaña, se asocia este problema con cultivares de maduración tardía y con veranos anormalmente frescos.

Brewster (1990a) cita que se puede revertir el desarrollo del bulbo, haciendo que la planta produzca nuevamente hojas si el fotoperiodo es suficientemente corto. El estímulo para bulbificar es menor a baja temperatura y la ocurrencia de cebollas inmaduras o *thick neck* en estaciones frescas, estaría asociado a un estímulo insuficiente para comenzar o mantener la bulbificación y prevenir la reversión en la producción de tallos con hojas durante el verano tardío.

Para Lancaster y Gandhar (citados por Brewster, 1990a), cualquier factor que reduzca o retrase el desarrollo del área foliar, aumentaría la ocurrencia de "cuellos gruesos" ya que se asocia la madurez temprana con el desarrollo de un índice de área foliar alto.

2.3.2.3. Tamaño de plantín

Según Mettanda y Fordham (1999) en los trópicos, donde los cambios en el fotoperiodo son pequeños a lo largo del año, factores como la temperatura, nutrición, espaciamiento, y factores internos de la planta como la edad y estado de desarrollo, se tornan importantes en el control de la bulbificación.

En relación al tamaño de la planta, Jones y Mann (1963) afirman que su interacción con el fotoperíodos y la temperatura se ve marcada en que la respuesta a ambos factores puede aumentar a medida que la planta crece.

Brewster (1990a) indica que las plantas más jóvenes responden más lentamente a la bulbificación que plantas de mayor edad. Sin embargo, plantas con sólo una hoja verdadera pueden formar bulbo, bajo condiciones de fuerte estímulo de fotoperíodos.

Iwama y Hamashina (1953, citados por Mettananda *et al*, 1999) reportaron que el estado de desarrollo en términos de número de hojas tiene relación directa con el rendimiento, más allá del peso de la planta, e identificaron el estado de 4 a 6 hojas como el estado en la cual podría comenzar la bulbificación en cebolla. Sin embargo, un estudio con defoliación ha mostrado que la sensibilidad al fotoperiodo no depende del área foliar, pero sí depende de la edad, la que está estrechamente relacionada con el número de hojas, según Sobeih and Wright (1986, citados por Mettananda 1999).

Muchos estudios han mostrado que la hoja sería el receptor para el estímulo fotoperiódico de la bulbificación (Kato,1964; Terabun,1971; Sobeih y Wright,1986, citados por Mettananda, 1999).

Mettanda y Fordham (1999), en ensayos con distintas densidades de almácigo, encontraron correlaciones altamente negativas para la relación entre el área foliar ($r^2 = -0.88$) y el peso fresco ($r^2 = -0.90$), respecto a la duración del período trasplante a inicio de bulbificación.

Asimismo, trabajando con distintas temperaturas de almácigo, estos autores encontraron que el peso seco del plantín se correlacionaba en forma negativa ($r^2 = -0.87$) con la duración del período trasplante a inicio de bulbificación. Concluyeron que la temperatura afectaba el tamaño del plantín alcanzado y que el tamaño alcanzado en dicho momento afectaba consecuentemente el crecimiento y la fecha de iniciación de catáfilas.

Ambrosioni y Genta (1995), trabajando con el cultivar Texas en la región norte de Uruguay, analizaron el efecto del tamaño y edad del plantín sobre la calidad (tamaño de bulbo en cosecha) y el rendimiento final del cultivo. Determinaron que con la utilización de plantines de 55 a 60 días de almácigo, y un diámetro mayor a 0,4 cm se obtenían los mejores rendimientos.

Según Guimaraes (1988) la utilización de mudas pequeñas generalmente presenta disminución en la capacidad de sobrevivencia después de realizado el trasplante, influenciando el *stand* final de plantas, y acarrea una disminución del peso medio de bulbo cosechado. Es un manejo que puede disminuir el rendimiento comercial. Por otro lado, el trasplante de mudas muy grandes tiene también su aspecto negativo que es el florecimiento prematuro, lo que produce menor producción comercial.

2.3.2.4. Otros factores

Galmarini (1997) menciona que además de la temperatura y el largo del día, existen otros factores que afectan a la bulbificación como la calidad de luz, intensidad luminica, reguladores del crecimiento, provisión de agua y disponibilidad de nutrientes.

La bulbificación parece ser regulada por el pigmento fitocromo. En el espectro de colores de luz el rojo lejano la promovería, mientras que una mayor proporción de rojo sobre el rojo lejano la inhibiría. (Terabun, 1970, citado por Galmarini, 1997).

Riegos frecuentes y abundantes, al igual que altos contenidos de nitrógeno en condiciones de fotoperíodos cercanos al fotoperiodo crítico, retrasan la maduración del bulbo. En cambio, bajos niveles del nutriente promueven la bulbificación. El mismo efecto lo produce una elevada relación K / N (Brewster, 1977).

2.3.2.5. Variabilidad en el crecimiento y tamaño del bulbo

La mayoría de los estudios fisiológicos han concernido con el análisis de rendimientos medios y la tasa de crecimiento de la población de plantas. Sin embargo, algunos trabajos recientes han enfocado en la naturaleza y causas de la existencia de variación entre plantas dentro de un mismo cultivo.

Brewster (1990a) analizó que una característica de los cultivos de cebolla, es la gama amplia de tamaños del bulbo, como tan normalmente ocurre en la cosecha. Diferencias en la frecuencia de distribución del tamaño del bulbo ocurren entre cultivos que tienen similar rendimiento total y densidades.

El tamaño final del bulbo refleja el tamaño de la planta a una fase más temprana, aunque algo puede ocurrir durante la trayectoria del crecimiento. En un estudio de crecimiento de campo en una población de plantas de un cultivar F1 híbrido, inicialmente seleccionado por uniformidad de tamaño y tasa de crecimiento, los tamaños de las plantas todavía divergieron cuando el cultivo se desarrolló. Plantas de tamaños diferentes difirieron muy poco en su número total de hojas. En contraste, había grandes diferencias en el peso entre plantas con idéntico número de hojas. La variabilidad en distribución del tamaño de los bulbos en cosecha fue debido principalmente a la variabilidad en los pesos de las catáfilas individuales dentro de un bulbo, en lugar de diferencias en el número de catáfilas (Brewster, 1990a).

2.3.3. Floración

La floración prematura depende de los estímulos ambientales, del cultivar, y del tamaño de planta. Las bajas temperaturas en las primeras etapas del cultivo la favorecen si se ha logrado un tamaño mínimo de planta (Izquierdo, Maeso y Villamil, 1981).

La floración puede ser abundante cuando las plantas son bien fertilizadas y crecen con tiempo favorable en otoño- invierno, seguido de varias semanas de frío al principio de la primavera. Por el contrario, si el crecimiento es retardado por bajas temperaturas durante la primer parte de la estación de crecimiento, prevaleciendo altas temperaturas al final de la misma, ocurre escasa o ninguna floración (Jones y Mann, 1963, citados por Nieves y Ruiz, 1995).

Según Brewster (1990) el mejor indicador de la edad fisiológica de una planta de cebolla, bajo condiciones ambientales constantes, es su número de hojas. Un número que oscile entre 10 y 14 hojas iniciadas corresponde a una

planta fisiológicamente receptiva a ser vernalizada (Rabinovich y Brewster, 1994). Por lo tanto, importa conocer luego del trasplante en qué fecha se logra esto y las temperaturas que se registran en dicho momento.

El período juvenil o fase de prevernalización comprende el lapso en que la planta es incapaz de percibir el estímulo de las bajas temperaturas para la diferenciación floral. Para el caso del cv Valcatorce INTA, el período juvenil culmina cuando el diámetro del "pseudotallo" es de 8 mm (Galmarini, 1997). Una vez alcanzado ese tamaño mínimo, la planta es capaz de vernalizarse y sobreviene la etapa de iniciación floral.

Las temperaturas óptimas de vernalización están entre 9 y 12 °C. Con temperaturas por encima de 15 °C o por debajo de 5 °C la vernalización no se produce, aunque existen variaciones entre cultivares, (Brewster , 1990a). La cantidad de horas de frío necesarias para cumplir esta etapa también depende del genotipo. Para el cultivar Valcatorce se necesitan 1500 horas debajo de 15 °C (Galmarini, 1997).

Izquierdo, Maeso y Villamil (1981), en ensayos realizados en la Estación Experimental Las Brujas, constataron que los porcentajes más altos de floración en cultivares de día largo y corto, se producen en fechas tempranas de almácigo, especialmente si son anteriores al 20 de marzo. Recomendaron siembras en abril para cebollas Valencianas, con pérdidas mínimas por floración.

2.4. MAXIMO RENDIMIENTO POTENCIAL.

Según Brewster (1990a) en comparación con otras especies; la cebolla es ineficiente en la intercepción de radiación, es promedio en la conversión de radiación en materia seca, y buena en la partición de materia seca a la fracción cosechable. Idealmente, una larga duración de la bulbificación combinada con un alto porcentaje de intercepción de la luz sería deseable para alcanzar altos rendimientos. La existencia de correlación negativa entre el porcentaje de intercepción de luz y la duración de crecimiento del bulbo, dificulta el logro de esta combinación ideal para un alto rendimiento.

Más allá del porcentaje de intercepción de luz, para Galmarini (1997) la limitación principal para lograr altos rendimientos y bulbos de buen tamaño, parece ser la longitud de la estación de crecimiento requerida. Un incremento de

la duración del área foliar, parece ser el requerimiento básico para lograr mayores rendimientos.

Biscoe y Gallagher (citados por Brewster, 1990a) señalan la importancia de la estación en la que el crecimiento se realiza (ciclo), ya que temperaturas medias más bajas determinan una menor respiración de mantenimiento, así como una duración más larga del crecimiento del bulbo.

Brewster (1990a) analiza que en Bretaña, un rendimiento potencial de bulbo más alto se esperaría de un cultivar sembrado en otoño con una maduración tardía. En tal caso, tendría tiempo de desarrollar un área foliar alto en la primavera antes de que el crecimiento de las hojas sea "frenado" por el desarrollo del bulbo. Podrían desviarse los asimilados para el crecimiento del bulbo en el verano, justo cuando el nivel máximo de radiación ocurre.

2.5. FACTORES DETERMINANTES DEL RENDIMIENTO

En la Figura 1 se presentan en forma esquemática los distintos componentes que conforman el rendimiento en el cultivo de cebolla. En este punto se describen en qué forma inciden, como interactúan y en que forma responden los componentes de rendimiento a las distintas variables de manejo, principalmente aquellas estudiadas en este trabajo: fecha de siembra y trasplante, cultivar, y suelos.

2.5.1. Densidad de plantas

Brewster (1994), trabajando con densidades de 250.000 a 4.000.000 plantas por ha, encontró que al aumentar la densidad, los rendimientos de materia seca por ha del cultivo aumentaban debido a un mayor porcentaje de luz interceptada por el *canopy* (I%). Pero estos incrementos de rendimientos, iban acompañados de una drástica reducción del tamaño de los bulbos. La fecha de maduración también se afectaba, adelantándose en 20 días.

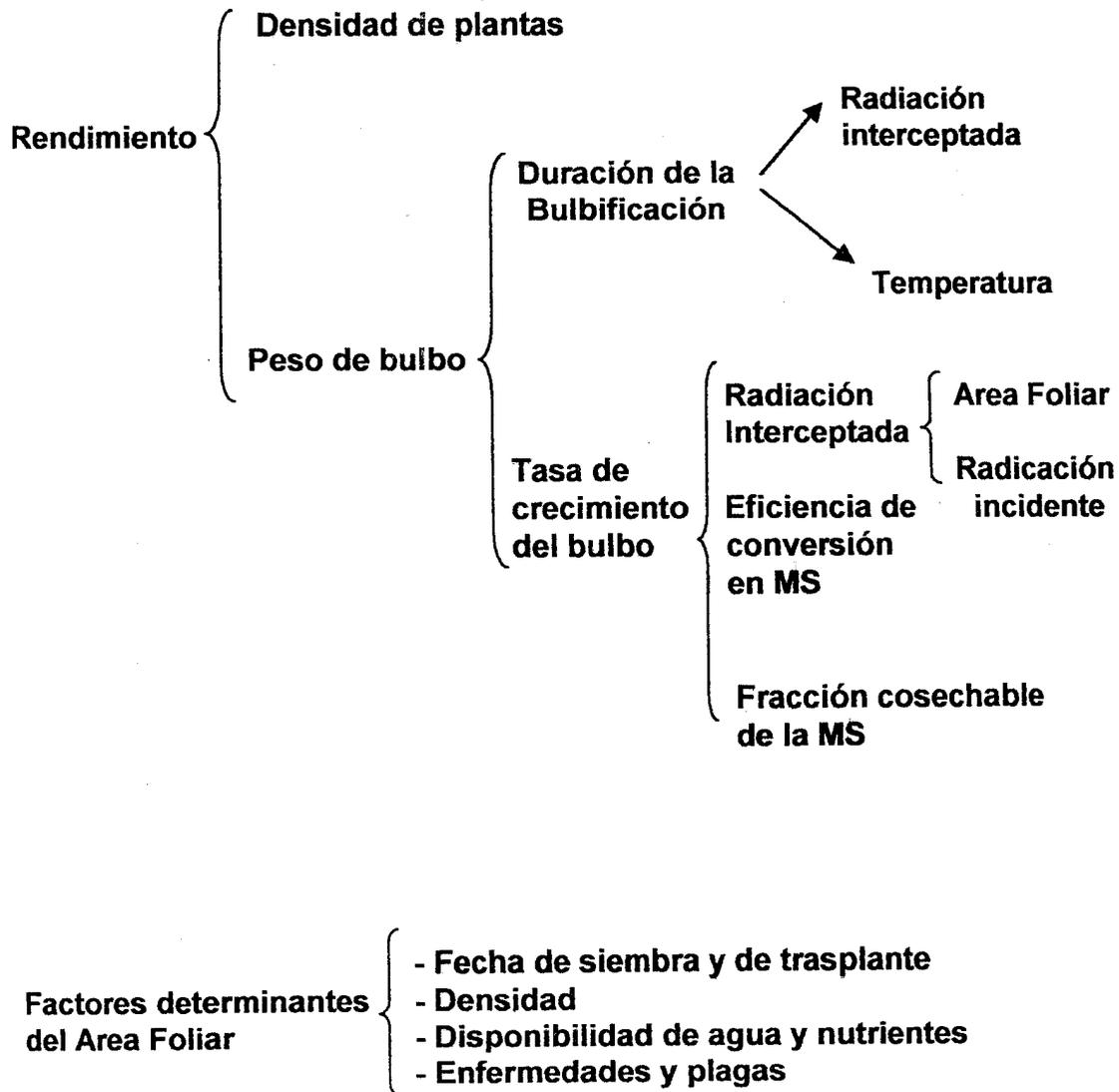


Figura 1. Representación esquemática de los componentes del rendimiento y los factores de manejo que inciden en el rendimiento.

Según este autor, para producir bulbos de tamaño comercial (5 a 7cm) es común emplear entre 250.000 y 500.000 pl /ha, dependiendo de las condiciones de crecimiento, particularmente la fertilidad del suelo y la disponibilidad de agua.

Ambrossoni y Genta (1995) mencionan que la densidad objetivo puede ser alterada si se trasplantan plantines muy pequeños, lo que podría ocasionar una disminución en la capacidad de sobrevivencia después del trasplante, reduciendo el *stand* final de plantas.

Según Arboleya y Capra (1993), en Uruguay las densidades más comunmente empleadas en la zona Sur van desde 125.000 pl/ha hasta 300.000 pl/ha. En los ensayos realizados en este trabajo, se utilizó una densidad de 250.000 pl/ha.

2.5.2. Tasa de crecimiento del bulbo

Según Brewster (1990a), la tasa de crecimiento diario es el resultado de la radiación interceptada (área foliar), de la eficiencia de conversión de los carbohidratos en materia seca, y de la fracción cosechable de la materia seca.

2.5.2.1. Radiación interceptada

La cantidad de radiación interceptada por el cultivo, es función del flujo radiante y de la proporción interceptada por el *canopy* foliar, integrado durante el crecimiento del cultivo. En el caso de la cebolla, del total de la radiación solar incidente, solo una pequeña parte es interceptada por las hojas del cultivo, lo que determina el bajo potencial fotosintético del cultivo. (Brewster 1990a).

También menciona diferencias entre plantíos de cebolla en la intercepción de la radiación total durante el ciclo, y que esas diferencias se generan fundamentalmente en la etapa de bulbificación.

Asimismo, Brewster (1994) señala que los cultivares de maduración más tardía, desarrollan un mayor índice de área foliar (IAF) antes de iniciar la bulbificación respecto a los cultivares de maduración precoz, lo que permite una mayor intercepción total de luz.

Por lo tanto, como el rendimiento del bulbo está correlacionado con la interceptación de la radiación total, el lograr un índice de área foliar alto, y por consiguiente un alto porcentaje de interceptación de la irradiación solar (I %), es necesario para alcanzar un alto rendimiento de bulbo. Contrariamente ciertas variables de manejo como una baja densidad de plantas, siembras tardías y factores ambientales como la ocurrencia de un déficit hídrico, dan por resultado un bajo porcentaje en la radiación interceptada por el cultivo, afectando el rendimiento (Brewster, 1990a).

En ensayos realizados en Reino Unido, Brewster (1990a) observó que el crecimiento en área de la hoja es más lento en los cultivos sembrados en otoño porque las hojas tienen una baja área foliar específica (m^2/g) respecto a los cultivos sembrados en la primavera, donde hay condiciones más propicias para el crecimiento foliar. En densidades de plantas bajas y particularmente en cultivares de maduración temprana, esto resulta en un IAF relativamente bajo cuando los cultivos sembrados en otoño inician la bulbificación.

Brewster *et al* (1990c) observaron un I % más bajo en el cv Augusta de maduración más temprano sembrado en la primavera, que en el cv Robusta de maduración tardía. La iniciación de catáfilas reservantes del bulbo (acumulación de reservas) y el consecuente cese en la producción de hojas nuevas se retrasa considerablemente por un bajo IAF en cultivares de maduración tardía como Robusta. Este cultivar continúa produciendo hojas en condiciones climáticas que inducirían la formación de catáfilas en el bulbo en un cultivo con más alto IAF.

Este elemento de "autorregulación" asegura que se alcance un IAF alto finalmente y por consiguiente un alto I%, y un alto rendimiento en bulbo. Sin embargo, esta dependencia de la iniciación de catáfilas con un I% alto, lleva un riesgo de fallar la bulbificación normal en estaciones frescas o en cultivos desarrollados muy tarde. En estas condiciones, el crecimiento de la hoja puede continuar en todo el verano y así las plantas resultantes pueden presentar "cuellos gruesos".

Por contraste, cultivares de maduración temprana responden más fuertemente al fotoperíodos y la temperatura, tienden a bulbificar con un menor IAF, que sumado a su vez a un menor porcentaje de luz interceptada, puede llevar a que su rendimiento sea más bajo (Brewster, 1990c).

2.5.2.2. Eficiencia de conversión en materia seca

Una fracción de la asimilación bruta del cultivo es realmente destinada a incorporarse a la planta como materia seca. Del total de la radiación interceptada, solo una parte es transformada en los distintos compuestos que conforman la materia seca de la planta, y del bulbo en particular.

Según Brewster (1990) el incremento alcanzado en el rendimiento seco total entre el comienzo de la bulbificación y la cosecha, está relacionado con la radiación total interceptada por el *canopy* foliar durante este período. Pero en años secos o con períodos de altas temperaturas, esta correlación disminuye debido a la baja eficiencia de conversión en materia seca.

Brewster (1990a) menciona que si durante la bulbificación la planta está sometida a estrés por déficit de agua, en cultivos sin regar debido a ocurrencia de altas temperatura e irradiación, se reduce significativamente la eficiencia de conversión (E). Aunque igualmente en cultivos de cebolla bien regados, la eficiencia de conversión en MS disminuye en estaciones de temperatura significativamente alta e irradiación alta. Posiblemente la fotosíntesis en el *canopy* foliar es a veces saturada por luz en estas estaciones.

Debido a la disminución en E con la irradiación, esta claro que un acrecentamiento en la interceptación de la radiación total debido a una mayor irradiación no es tan eficaz en incrementar el rendimiento del cultivo, como un acrecentamiento en la radiación total interceptada debido a un período más largo de crecimiento del bulbo, o a un mayor porcentaje de interceptación de luz debido a una mayor área foliar.

2.5.2.3. Fracción cosechable de la materia seca

El rendimiento en materia seca de un cultivo en la cosecha es el producto de la radiación interceptada, la eficiencia media de conversión de la radiación interceptada en materia seca presente en el momento de cosechar y la proporción de esa materia seca dentro de la fracción cosechable (Brewster, 1990a).

2.5.3. Duración de la bulbificación

Una vez superados los requisitos ambientales de fotoperíodos y temperatura, comienza la bulbificación. El período comprendido entre inicio de bulbificación y cosecha se denomina duración de la bulbificación; durante esta

etapa, los factores ambientales que más inciden sobre la duración, son la radiación interceptada y la temperatura.

Brewster (1990a) estableció una ecuación de regresión múltiple mediante la cual relacionó la duración del crecimiento del bulbo con la radiación interceptada (I%) y con la temperatura media durante el crecimiento del bulbo (T), en la que la radiación interceptada explicó el 41,4% de la variación y la temperatura explicó el 73,7 % de la variación:

$$\text{Duración del crecimiento del bulbo} = 104.8 - 0,245 I\% - 2,714 T$$

[días]

Se desprende que tanto la radiación interceptada como la temperatura acortan la duración de la bulbificación, siendo la temperatura el factor ambiental que más fuerte incide en este acortamiento. Para el autor, la duración de la bulbificación entre distintos cultivos varía de un cultivo a otro pero en forma menor de lo que varía la cantidad de luz interceptada.

Algunas variables de manejo tales como el empleo de densidades altas o la realización de siembras tardías acortan la duración de este período.

2.5.3.1. Efectos de la Radiación interceptada

Según Mondal *et al* (1986, citados por Brewster, 1990a), la duración del ciclo disminuye linealmente con el aumento del flujo radiante interceptado por el *canopy* foliar, debido a un adelantamiento en la fecha de maduración y un adelantamiento relativamente menor en la fecha de inicio de bulbificación.

Para Brewster (1994) bajo condiciones dadas por altas densidades de plantas o sombreado del *canopy* por enmalezamiento, la iniciación de la bulbificación se adelanta. Este aceleramiento se debe a:

- a) una competencia por luz;
- b) por el sombreado de follaje verde, que produce modificaciones en la relación rojo/rojo lejano de la luz disminuyendo dicha relación.

Este autor sostiene que los factores que reducen el IAF como enfermedades, plagas, daños de herbicida, deficiencias de nutrientes o agua y bajas temperaturas pueden suponer un retraso en la iniciación de catáfilas y en la maduración.

Condiciones de estrés hídrico durante el cultivo acortan la duración del crecimiento del bulbo, principalmente al adelantar la fecha de maduración, y con un efecto menor de retraso en el inicio de la bulbificación.

Por lo tanto, una corta duración de crecimiento del bulbo, una baja proporción de la radiación interceptada y baja eficiencia de conversión de radiación en materia seca, ocurren cuando se produce estrés hídrico, y todo esto ocasiona un bajo rendimiento de bulbo (Brewster, 1994).

Riekels (1977, citado por Pieri y Delgado, 2000) señala que todas las cebollas regadas maduraron una semana más tarde que las no regadas, incluso aquellas que recibieron altas tasas de nitrógeno. Esta respuesta indica que la maduración es más influenciada por el agua disponible que por el nitrógeno.

Según Brewster (1990) la influencia del efecto del *canopy* foliar varía con el cultivar y con la estación de crecimiento. En un verano cálido, la rápida bulbificación puede ser favorecida por las temperaturas altas, que directamente aceleran el desarrollo del bulbo, y el cultivo maduraría independientemente de su índice de área foliar. Por el contrario, en un verano fresco la iniciación de la bulbificación sería naturalmente lenta, y lograr un índice de área foliar alto en verano podría ser crucial para asegurar la maduración. En estas condiciones, cultivos que difieren en IAF probablemente diferirán ampliamente en la fecha de maduración.

2.5.3.2. Efectos de la temperatura

Numerosos estudios han mostrado que el desarrollo del bulbo de cebolla es acelerado por incrementos en la temperatura (Brewster, 1990a). En ensayos bajo fotoperíodos constantes y con temperaturas medias desde 17,5 °C a 22,5 °C se observaron diferencias en la iniciación y desarrollo de los bulbos.

Un mayor período de bulbificación, puede ser causado por temperaturas más frescas, que provocan un enlentecimiento en la maduración del bulbo y en la senescencia de las hojas (Brewster, 1994).

Brewster (1990a) trabajando con el cv Higro en Wellesbourne, entre 1975 y 1984 demostró que la fecha de maduración (50% vuelco) está altamente correlacionada con la temperatura estacional. Se encontró correlación de 0.885 para la acumulación de grados día (por encima de 6°C) desde siembra en adelante y de 0.875 para la acumulación desde junio en adelante. Esto indica que las temperaturas durante el período de verano, cuando comienza la bulbificación, están influenciando la fecha de maduración, y que con mayor acumulación de temperatura se adelanta la fecha de maduración y por lo tanto se acorta el ciclo, debido a un acortamiento en el período de bulbificación.

Brewster *et al* (1987, citados por Brewster 1990a), trabajando con el cv Higo en ensayos sembrados en la misma fecha, en tres localidades distantes en un radio de 50 Km., observaron diferencias de 2 a 3 semanas en la fecha de maduración. Tal diferencia se atribuyó a diferencias en el crecimiento de los plantines, siendo de dos a tres veces más gruesos a principio de junio en los suelos livianos respecto a los suelos pesados. Atribuyendo esta diferencia a las distintas temperaturas de la capa superficial del suelo (1 a 2,5 °C más alta para los suelos arenosos).

2.5.4. Factores que afectan el área foliar y la tasa de crecimiento

2.5.4.1. Fecha de siembra

Para cada variedad existe una época de siembra más adecuada. Si se siembra antes, y dependiendo del año puede haber cuellos gruesos y floración prematura. Si se siembra tardíamente se afectará el rendimiento y tamaño de los bulbos debido a la reducción del período trasplante a inicio de bulbificación, lo que determina una menor área foliar al momento de inicio de bulbificación. También determina que el período de bulbificación se desarrolle en condiciones de altas temperaturas donde aumentan las tasas de respiración afectando negativamente el crecimiento de los bulbos.

Una siembra temprana y consecuentemente un trasplante anterior, promueven la rápida adquisición de un alto índice de área foliar, permitiendo una maduración temprana, ya que la maduración está asociada con un tamaño de planta grande y con un IAF alto temprano en la estación.

Sin embargo, Izquierdo *et al* (1981) observaron que las fechas de siembra determinaron distintos momentos de trasplante y distintos períodos trasplante - cosecha, pero no modificaron la fecha de cosecha. Regresiones entre duración del período trasplante a cosecha. Respecto al rendimiento y al peso medio de bulbo muestran relaciones lineales altamente significativas.

De esta manera, ha sido ampliamente observado que la siembra o trasplante temprano resulta en una temprana maduración, pero que el intervalo entre fechas de maduración de siembras sucesivas es mucho más pequeño que los intervalos entre las fechas de siembra (Brewster *et al.*, 1987, citados por Brewster 1990).

Para cada uno de los diferentes cultivares existe una fecha óptima de siembra, un momento óptimo de trasplante y una fecha en que se inicia la

bulbificación que es determinada principalmente por las horas de luz diarias. Un factor de gran importancia en la determinación del rendimiento es el área foliar que tengan las plantas de cebolla al inicio de bulbificación, pues luego de este momento los fotosintatos son dedicados al llenado de los bulbos y la posibilidad de formación de cantidades importantes de fotosintatos está correlacionada con el área foliar existente al inicio de bulbificación.

Siembras y trasplantes anteriores a las fechas adecuadas, no incrementan en forma importante el área foliar disponible al inicio de bulbificación, mientras que aumentan las posibilidades de que se den altos porcentajes de floración al someterse a condiciones de bajas temperaturas con lo que se pueden completar los requerimientos de vernalización.

Siembras y trasplantes posteriores a las fechas adecuadas determinan que se llegue al momento de inicio de bulbificación con un área foliar inferior a la potencial lo que está correlacionado con la obtención de rendimientos inferiores a los potenciales; esto se agudiza cuanto más nos retrasemos de las fechas manejadas como óptimas.

Izquierdo, Maeso y Villamil (1981), trabajando con cebollas valencianas con diferentes fechas de siembra (almácigos: abril, mayo, junio y julio), concluyen que las fechas de almácigo más tempranas (abril) lograron los mayores rendimientos y mayores pesos promedio de bulbo. A su vez el porcentaje de escapos florales fue de 12 % para almácigos de abril en los dos años de ensayos y nulo para las otras fechas de almácigo. De esta manera, el período de almácigo fue constante y no se modificó para las diferentes fechas de siembra; ya que la fecha de siembra trasladó proporcionalmente la fecha de trasplante, y por lo tanto siembras tempranas resultaron en trasplantes tempranos, éstos tuvieron plantas con un tamaño adecuado para inducir la bulbificación, una prolongación en el período de crecimiento, y por lo tanto mejores rendimientos en las siembras tempranas.

El rendimiento está críticamente determinado por la época de siembra. Esta debe ser tal que permita tener plantas en invierno lo suficientemente pequeñas para evitar la vernalización y suficientemente grandes para sobrevivir a las condiciones invernales y producir una cobertura de hojas abundantes en primavera (Salter, 1975, citado por Galmarini, 1996).

En el presente trabajo de tesis se registran y analizan los resultados productivos de tres fechas de siembra y trasplante para los tres cultivares utilizados, ya que se trata de cultivares que bulbifican en diferentes momentos.

2.5.4.2. Fecha de trasplante

Plantaciones anticipadas coinciden con bajas temperaturas y promueven el aumento del ciclo de cultivo, factor que predispone el aumento del índice de florecimiento y la disminución en la producción de bulbos comerciales. Con plantaciones tardías el rendimiento de cultivo es menor en función del menor período de crecimiento, del aumento de temperatura que provoca acortamiento del ciclo, la disminución del *stand* final de plantas y la producción de menor peso medio (Guimaraes, 1988).

Por lo tanto, el ajuste del tamaño del plantín y la época de plantación se torna una práctica cultural de relevante importancia, su influencia no se da solo en la calidad sino también en los rendimientos de los bulbos comerciales. El tamaño de plantín influye en el peso medio de bulbo, *stand* final, florecimiento prematuro y producción de bulbos comerciales (Guimaraes, 1988).

Guimaraes (1988) concluye que el tamaño de plantín influencia la producción comercial de bulbos en función de la época de trasplante. Trasplantes anticipados requieren plantines de menor tamaño para evitar el florecimiento. Plantaciones tardías necesitan de plantines mayores para evitar disminución del *stand* final y del peso medio de los bulbos.

2.5.4.3. Influencia del suelo (textura, agua, nutrientes)

Las características de los diferentes tipos de suelo en lo que hace a sus propiedades físicas (textura, estructura, porosidad, etc.) y químicas (niveles de diferentes elementos, porcentaje de materia orgánica, pH, etc) son de gran importancia en la determinación de los rendimientos y será uno de los elementos discutidos en este trabajo.

En cuanto a los distintos tipos de suelo utilizados en Canelones para la producción de cebolla se destacan en la Unidad Tala-Rodríguez la presencia de:

- (1) Brunosoles Eutricos Lúvicos (ej: suelos predominantes en Pantanoso del Sauce) son suelos de textura arcillosa, estructura migajosa y color pardo claro;
- (2) Vertisoles Rúpticos (ej: suelos predominantes en Canelón Grande) que son suelos de textura arcillosa, estructura granular y color pardo oscuro.

Ambos tipos de suelos presentan en general un grado importante de erosión, y por lo tanto un deterioro en sus propiedades físico- químicas. También se constata la pérdida de una porción de la fracción más superficial de los mismos como consecuencia de las décadas de práctica agrícola realizada sin un manejo

adecuado de conservación (Relevamiento de suelos del CRS, Cátedra de Edafología, 1992).

En lo que tiene que ver con el balance hídrico de estos suelos los estudios realizados muestran considerables variaciones en la disponibilidad de agua en diferentes momentos del año y en distintos suelos. Todos estos suelos presentan déficits de agua durante el período diciembre a marzo, lo que actúa como un elemento que condiciona el rendimiento, máxime considerando el desarrollo superficial de las raíces de la cebolla (García de Souza, 1990).

Según Vasquez Melo (1989) el cuatrimestre noviembre- febrero se muestra como el de mayor déficit hídrico. Si bien ambos tipos de suelo presentan este problema, se agudiza para los Brunosoles, mientras los Vertisoles presentan en forma menos aguda esta problemática. Como respuesta, los productores manejan diferentes tipos de cultivares de acuerdo a los tipos de suelos. En los brunosoles se utilizan principalmente variedades precoces y semiprecoces a cosechar a fines de noviembre y fines de diciembre respectivamente, de forma de escapar al período crítico de déficit hídrico; las variedades de cosecha tardía (febrero) se plantan principalmente sobre vertisoles como forma de amortiguar el período anteriormente mencionado (Galván, *com pers*).

A su vez Moltini y Silva (1977, citados por González *et al*, 1994) mencionan la importancia de las propiedades del suelo, pues ellas pueden reducir ó anular la posibilidad de manifestación del potencial productivo del cultivo.

Gale, Kohl, y Hagen (1967, citados por Brewster, 1990), demostraron que las cebollas son muy sensibles al stress por agua, en estudios de respuesta del crecimiento y fotosíntesis a la salinidad y contenido de agua del suelo en condiciones de diferentes demandas de evaporación. En las estaciones de demanda de evaporación alta, igualmente con tierra húmeda, la turgencia de la hoja se reduce a tal magnitud que parcialmente cierra los estomas y limita la fotosíntesis.

Según Brewster (1994) altos rendimientos fueron obtenidos en ensayos realizados en India y en Norway, cuando bajo condiciones deficitarias de agua, se regaba con umbrales de potencial del agua en el suelo de 0.045Mpa, ya que la cebolla es sensible tanto a la falta como al exceso de agua. En Inglaterra se recomiendan riegos de 25 mm cuando el déficit hídrico alcanza los 30 mm.

También señala que la cebolla se encuentra entre los cultivos más sensibles a la salinidad en el suelo, siendo severamente reducido el rendimiento. A su vez altas aplicaciones de nitratos (desde 100 a 300kg/ha) disminuyeron linealmente el número de plantas por ha, así también como el peso de los plantines. Por lo cual se recomiendan aplicaciones de hasta 60 a 80kg/ha de nitrógeno. En cuanto a los tipos de suelo, la cebolla se adapta bien a suelos arenosos y fango-turbosos, así como a suelos arcillosos bien estructurados (Brewster, 1994).

Deficiencias de nitrógeno reducen la tasa de crecimiento del plantin y la tasa de expansión foliar y por lo tanto el índice de área foliar (IAF). Esto puede ser la causa del retraso en la maduración del bulbo (Brewster *et al*, 1990).

En suelos donde la fracción arcilla ocupa un porcentaje alto entre los distintos tamaños de partículas, el porcentaje de materia orgánica no explica por sí sola la estructuración del suelo, ya que es necesaria la presencia de cationes como el calcio para una correcta floculación entre la arcilla y la materia orgánica en la conformación de los agregados del suelo (Rodríguez, J., *com pers*).

García y De La Peña (1983, citados por Pieri y Delgado, 2000), en ensayos realizados con la variedad Sintética 14 sobre un suelo Brunosol muy degradado con 2,4% de materia orgánica, encontraron una clara respuesta al agregado de nitrógeno con dosis de 80 y 120 Kg/ha, registraron aumentos del rendimiento promedio respecto al testigo de hasta 21 ton/ha.

Morosoli y Rieracker (1983, citados por Pieri y Delgado, 2000), trabajando sobre un suelo Brunosol con 2.7 % de materia orgánica y con la variedad Sintética 14, obtuvieron una clara respuesta del rendimiento al aporte de nitrógeno (N) y recomiendan para una densidad de 250.000 pl/ha una dosis de 65 Kg N/há.

Moltini y Silva (1981, citados por Pieri y Delgado, 2000), trabajando en un suelo con 3,2% de materia orgánica encontraron que los máximos rendimientos ocurrieron cuando la aplicación de nitrógeno fue de 60 kg/ha para una población de 250.000 plantas /ha en condiciones de secano. En cambio, sobre un suelo con 3,6% de MO la aplicación de N no aumenta los rendimientos. A pesar de los distintos niveles de materia orgánica de los suelos, es probable que las diferentes respuestas encontradas a la aplicación de N sean debidas al uso anterior del suelo: en el primer caso chacra vieja, y en el segundo chacra nueva, por lo que existía distinta capacidad de descomposición siendo esto último quizás, más importante que las diferencias en el nivel de materia orgánica.

Además, los cultivos realizados en secano son dependientes de las precipitaciones y la disponibilidad de agua puede variar la utilización del nitrógeno por las plantas, así también como afectar la mineralización de la materia orgánica.

Aguirre y Frutos (1998), con el cultivar Granex 33, observaron disminución en los rendimientos debido al comportamiento sanitario respecto a *Botrytis* y *Peronospora*, en los tratamientos con menor incorporación de materia orgánica (como abono verde). Tanto con niveles deficitarios de nitrógeno (0 y 30 kgN/ha) como en dosis altas (120kgN/ha) es donde se constató un mayor nivel de enfermedades, lo cual bajó el *stand* final de plantas y aumento el número de bulbos no comerciales. Esto se asoció con plantas débiles de escaso vigor en el caso de agregado bajo de N, o con plantas muy suculentas, con tejidos tiernos, cutículas más finas y con alto porcentaje de aminoácidos libres en el caso de dosis altas, lo que predispone al ataque. Concluyeron que los abonos verdes contribuyen a amortiguar estos desequilibrios.

Las mejoras en las propiedades físicas y nutricionales del suelo mediante el empleo de mayores aportes de biomasa de los abonos verdes, mostraron plantas con buen desarrollo vegetativo y comportamiento sanitario así como un número mayor de plantas cosechadas (desde 74% para abono verde con maíz a 64% para el testigo).

2.6. EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO CARACTERIZADO A PARTIR DE DIFERENTES VARIABLES

Una vez revisada la fisiología del cultivo y cómo inciden e interactúan las variables de manejo sobre los componentes del rendimiento, pasamos a discutir la información de las distintas variables y mediciones realizadas para caracterizar y describir el crecimiento del cultivo.

2.6.1. Peso fresco de hoja

El peso fresco del follaje estuvo significativamente correlacionado con el rendimiento comercializable final de los bulbos según observaron Maier, Dahlenburg y Twigden (1990, citados por Pieri y Delgado, 2000). Según Moltini y Silva (1981) estudiando el comportamiento de Sintética 1 y Sintética 14, concluyeron que el peso fresco en hoja tuvo un rápido crecimiento hasta un máximo a los 80 y 55 días para las dos fechas de trasplante (7/9 y 18/10 respectivamente), para luego decrecer.

Por su parte Garcia y de la Peña (1983) trabajando con la variedad Sintética 14 reportaron una tendencia general en todos los tratamientos de un aumento de la materia fresca de la hoja hasta los 68 días del trasplante y un posterior descenso hacia el final del ciclo.

Pieri y Delgado (2000), en ensayos con el cultivar Granex 33, determinaron que el incremento en peso fresco de la hoja, es lento hasta los 88 días después del trasplante (23/9) y a partir de entonces hay un rápido crecimiento hasta un máximo que corresponde a los 122 días (27/10), para luego descender. Esta evolución en el crecimiento coincide con el comportamiento reportado para cebollas de día largo por Moltini y Silva (1981), como también por Garcia y de La Peña (1983).

También Zink (1966, citado por González *et al*, 1994), observó que el crecimiento de las hojas ocurre en las etapas iniciales del cultivo, y se extiende hasta las dos terceras partes del ciclo de la planta; en tanto, el crecimiento de los tejidos de reserva, se incrementa desde la mitad del ciclo hasta el final del mismo.

2.6.2. Peso fresco de bulbo

Según Moltini y Silva (1981, citados por Pieri y Delgado, 2000) el peso fresco de los bulbos al principio mostró un crecimiento lento hasta los 80 días post-trasplante para la primer fecha de trasplante, y de 55 días para la segunda fecha; a partir de entonces comienza a incrementarse la velocidad de crecimiento, alcanzándose un máximo en la cosecha o próximo. Asimismo, el peso seco se incrementó a partir de 80 y 55 días del trasplante respectivamente, para estabilizarse en cosecha.

Según Garcia y De La Peña (1983), la variación en el peso fresco del bulbo se corresponde con la curva de acumulación de materia fresca en la hoja. En todos los casos estudiados hasta los 68 días del trasplante no hubo(o hubo muy poca) variación en peso fresco del bulbo, en relación al peso fresco del follaje. A partir de ese momento, el bulbo manifestó un rápido crecimiento en la materia fresca.

Por otra parte, Pieri y Delgado (2000) reportaron que la evolución del peso fresco del falso tallo y del bulbo se mantiene con incrementos lentos hasta los 102 días del trasplante (7/10). A partir de ahí aumenta rápidamente hasta el ultimo muestreo realizado el 11/11, una semana antes de la fecha de cosecha. Coincide el período del 7/10 al 27/10 con el máximo incremento en peso fresco de las hojas.

La variación del peso fresco del falso tallo y bulbo es similar a lo reportado por Garcia (1983) y por Moltini (1981), que trabajaron con la variedad Sintética 14 y Sintética 1 respectivamente. Encontraron que el máximo peso fresco de hoja logrado coincide con el momento en que el peso fresco de bulbo inicia su rápido crecimiento, y en cambio Pieri y Delgado (2000) señalan que existió un período de alta tasa de incremento en el peso fresco de las hojas y del bulbo simultáneamente.

Tanto Zinc (1962) como Lorenz y Nartz (1968, citados por Pieri y Delgado, 2000) reportaron que durante la fase de desarrollo temprana, la tasa de remoción de nutrientes fue muy baja, mientras que durante los 21 días previos a la cosecha la máxima tasa de desarrollo fue acompañada por la máxima tasa de absorción mineral.

2.6.3. Peso fresco total

En cuanto al peso fresco total de la planta, Pieri y Delgado (2000) observaron que alcanzaba los 20 a 25 gramos a los 67 días del trasplante, pero es a partir del 7/10 (102 días de trasplante) que se da un notorio aumento, explicado por el aumento del peso de las hojas en conjunto con el peso del bulbo.

A su vez Minotti y Stone (1988, citados por Pieri y Delgado, 2000), reportaron que el peso fresco de la planta y la altura, determinados a mitad de estación estaban correlacionados con el rendimiento en cosecha. Estas correlaciones concuerdan con lo reportado por Brewster (1977) y por Huton y Wilson (1986), en cuanto a que el rendimiento esta determinado por el tamaño de la planta cuando comienza la formación del bulbo.

2.6.4. Número de hojas

Ballestrino Varga (1999) trabajando con las poblaciones locales Pantanoso del Sauce y Valenciana Temprana, encontraron en ambas poblaciones correlación positiva entre el número de hojas al inicio de bulbificación y el peso de los bulbos ($r^2 = 0.64$ y 0.65 respectivamente, con $p < 0.05$)

2.6.5. Días desde trasplante a inicio de bulbificación

Ballestrino y Varga (1999) encontraron para ambas poblaciones correlaciones positivas entre el período trasplante a inicio de bulbificación y el período trasplante a cosecha ($r^2 = 0.34$ y 0.38 respectivamente, con $p < 0.05$),

indicando que a un período trasplante-bulbificación corto, le corresponde un período trasplante a cosecha corto; o sea, que las plantas que bulbifican antes, son las que llegan primero a cosecha.

Estos autores encontraron correlación negativa entre los días de trasplante a bulbificación y el peso del bulbo en ambas poblaciones. ($r^2 = -0.19$ y -0.31 respectivamente, con $p < 0.05$).

La correlación fue negativa también entre los días de trasplante a bulbificación y la duración del período de bulbificación para ambas poblaciones ($r^2 = -0.40$ y -0.60 respectivamente, con $p < 0.001$).

2.6.6. Días desde trasplante a cosecha

A su vez, Ballestrino y Varga (1999) encontraron correlación positiva para días de trasplante a cosecha y la duración del período de bulbificación ($r^2 = 0.73$ con $p < 0.01$, y $r^2 = 0.53$ con $p < 0.001$ respectivamente). Otra correlación positiva encontrada, es entre peso de bulbo y la duración del período de bulbificación.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado en cada localidad fue de parcelas divididas, en bloques completos al azar. Dentro de cada bloque la parcela grande corresponde a la fecha de trasplante, y la parcela chica al cultivar (Figura 2). Cada tratamiento corresponde a una fecha de trasplante y un cultivar. En total en cada localidad se realizaron 9 tratamientos (tres fechas x tres cultivares) con cuatro repeticiones (bloques); totalizándose 36 parcelas chicas.

El modelo experimental en cada localidad es:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} + \delta_k + \beta\delta_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ijk} : valor observado en la parcela ijk

μ : media general

α_i : efecto del i -ésimo bloque

β_j : efecto de la j -ésima fecha de trasplante

δ_k : efecto del k -ésimo cultivar

$\beta\delta_{jk}$: efecto de la interacción entre la j -ésima fecha de trasplante y el k -ésimo cultivar

ε_{ij} : error experimental en la j -ésima parcela del i -ésimo bloque

ε_{ijk} : error experimental en la parcela jk del i -ésimo bloque

3.2. ANALISIS ESTADISTICO

Para cada uno de los ensayos en cada localidad, se realizó análisis de varianza para las variables rendimiento total, rendimiento comercial y peso medio de bulbo comercial, para analizar el efecto de las fechas de trasplante, el efecto de los cultivares, y sus interacciones. Para los efectos significativos se realizó una prueba de comparación de medias sobre las medias corregidas por mínimos cuadrados. Se utilizó el General Linear Model Procedure del Programa SAS versión 6.11.

Para las dos localidades donde se realizó el estudio del crecimiento se realizaron correlaciones para encontrar asociaciones entre los rendimientos (rendimiento total, comercial, y peso medio de bulbo) y las variables de crecimiento del cultivo (peso del plantín, peso y área foliar al trasplante, duración del área foliar durante bulbificación).

3.3. FECHAS DE SIEMBRA Y TRASPLANTE

En cada fecha de realización de almácigos se sembraron los tres cultivares utilizados en esta Tesis.

Se realizó la siembra de los almácigos en tres fechas distintas, cada fecha corresponde a la recomendada por la Cátedra de Horticultura para cada tipo de cultivar: 2 de abril (recomendada para Texas), 23 de abril (recomendada para Pantanoso) y 14 de mayo (recomendada para Valcatorce).

Estas siembras de almácigo en diferente fecha tuvieron como consecuencia la realización de trasplantes en tres fechas distintas: 16 de julio, 13 de agosto y 10 de setiembre.

Cuadro 2
Ciclo de cultivo para las tres fechas de siembra y trasplante

Ciclos	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Fecha almácigo	2/4/97	23/4/97	14/5/97
Fecha trasplante	16/7/97	13/8/97	10/9/97

3.4. CULTIVARES UTILIZADOS

Para los ensayos comparativos se utilizaron tres cultivares representativas de diferentes ciclos: Texas Early Grano 502, Pantanoso del Sauce C.R.S, y Valcatorce INTA.

En Uruguay se utilizan estos tres tipos de cultivares con diferentes objetivos. Los de día corto (Texas Early Grano 502, Granex 33, etc.) se utilizan para lograr cosechas tempranas a partir de octubre en el norte y a partir de noviembre en el sur, como forma de satisfacer la demanda en esa época del año.

Como cultivares para conservación el más utilizado en el país es Valcatorce INTA que tiene buen comportamiento en suelos con buena capacidad hídrica ó en cultivos irrigados; también se utilizan poblaciones valencianas de día largo.

Por último, el cultivar Pantanoso del Sauce CRS de ciclo intermedio también es plantada con el objetivo de conservación y anticipar la oferta de cebolla de buena calidad. Este cultivar se adaptaría a zonas donde los suelos

resultan de una menor capacidad hídrica durante el período de bulbificación (balance precipitaciones - evapotranspiración).

3.4.1. Texas Early Grano 502 (cultivar de día corto)

Variedad procedente del Estado de Texas (EEUU), de ciclo precoz, con un fotoperíodo crítico para bulbificar de 10-12 horas de luz, requisito que para la zona sur (Canelones) se alcanza a partir de mediados de setiembre, logrando la maduración para cosecha a fines de noviembre.

Es una cebolla de forma trompo cónica, color amarilla, con baja retención de catáfilas, alto potencial de rendimiento y corta conservación poscosecha.

3.4.2. Pantanoso del Sauce C.R.S (cultivar de día intermedio)

Variedad obtenida mediante mejoramiento de poblaciones locales, de ciclo intermedio, con fotoperíodo crítico para bulbificar de 12-13 hs de luz, requisito que para la zona sur (Canelones) se alcanza a partir de la primera semana de octubre. Se logra la maduración para cosecha (50 % de vuelco) a mediados de diciembre.

Es una cebolla de forma esférica, color bronceado, con retención media de catáfilas, alto potencial de rendimiento y buena conservación post-cosecha, llegando al mes de agosto con el 50% de los bulbos cosechados (Cátedra de horticultura, 1997)

3.4.3. Valcatorce INTA (cultivar de día largo)

Este cultivar fue obtenido originalmente en la Estación Experimental La Consulta de INTA, ubicada en Mendoza, Argentina (Galmarini, 1996), a partir de cultivares sintéticos de cebolla valenciana. Está adaptada a condiciones de día largo, con un fotoperíodo crítico para bulbificar mayor de 14 horas de luz, requisito que para la zona sur (Canelones) se alcanza a partir de mediados de noviembre. Se logra la maduración para cosecha (50% de vuelco) a principios de febrero.

Los bulbos son redondos, de tamaño mediano, color bronceado oscuro, pulpa firme, blanca y pungente. Muy resistente a la floración prematura (requiere 1500hs por debajo de 15°C) y al brotado en almacenaje. Tiene excelente conservación y resistencia al transporte. En Argentina más del 80% de la superficie es plantada con este cultivar.

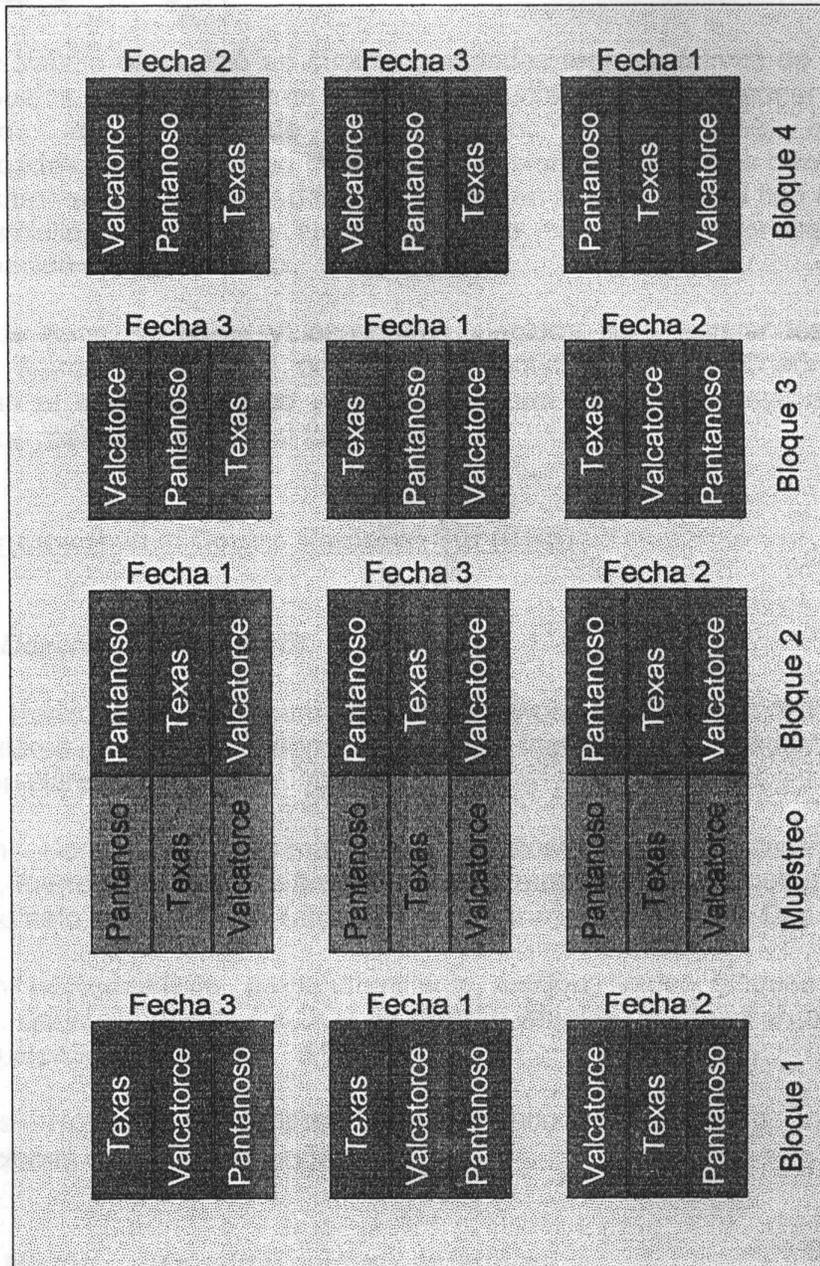


Figura 2. Diagrama representativo de una localidad de ensayo. (Incluye las parcelas de muestreo para describir el crecimiento del cultivo).

3.5. AREA DE ESTUDIO

El trabajo se realizó en cuatro localidades representativas de diferentes tipos de suelos, si bien hay otros factores involucrados para componer un efecto global de la localidad de ensayo, como precipitaciones, nubosidad, enfermedades, tipo y cantidad de malezas existentes, etc. Estos otros factores que actuaron en cada localidad fueron tenidos en cuenta, pero el tipo de suelo y su potencialidad productiva fue considerado como de mayor peso en la determinación del rendimiento.

Los tipos de suelo y localidades elegidos para instalar los distintos ensayos fueron los que se describen a continuación. Los Cuadros 2 y 3 presentan el análisis químico y análisis textural respectivamente, en base a muestreos realizados previo al trasplante.

3.5.1 Brunosol en el Centro Regional Sur (CRS)

3.5.1.1. Descripción del perfil

0-20cm- Horizonte A , color pardo grisáceo muy oscuro, franco limoso; bloques subangulares medios y pequeños, moderados, friable raíces abundantes, transición clara. Dap1,3.

20-50cm – Horizonte Bt , gris muy oscuro , arcilloso, bloque angulares medios y gruesos, fuertes; películas de arcilla delgadas, moteado común, pequeño, contraste neto, borde difuso, raíces comunes; transición gradual. Dap 1,35.

50-70cm- Horizonte B_{Ck} , pardo amarillento, arcilloso limoso, bloques angulares gruesos. Concreciones de Ca CO₃ de tamaño variable, friables y duras, a veces pulverulento, transición difusa.

70 y más – Horizonte C_k, arcilloso limoso a franco arcilloso limoso. Concreciones de CaCO₃ abundantes.

3.5.1.2. Historia del suelo y cultivos anteriores

Los cultivos realizados anteriormente fueron zapallo en la zafra 1996-97 y papa en 1996. En el año 1994 se sistematizó luego de más de 20 años de pastoreo.

3.5.2. Vertisol en el Centro Regional Sur (CRS)

3.5.2.1. Descripción del perfil

Fase superficial:

0-17 cm- Horizonte A , Gris muy oscuro , franco arcilloso limoso, bloques subangulares, finos, fuertes, friable, raíces abundantes, transición clara y ondulante. Dap 1,1.

17 y más- Horizonte Ck, pardo, arcilloso limoso a arcilloso, bloques angulares, medianos, moderados, plástico, raíces comunes. Dap 1,25.

Fase profunda:

0-25 cm – Horizonte A , Gris muy oscuro, franco arcilloso limoso, bloques bloques subangulares finos fuertes, friable, raíces abundantes, transición gradual. Dap 1,1.

25-40cm- Horizonte AB, negro, franco arcillo limoso; bloques angulares, medios que rompen a subangulares finos fuertes; plástico; raíces abundantes; transición gradual. Dap 1,22.

40-65cm- Horizonte Bt , negro, arcillo limoso a arcilloso: bloques angulares medios, moderados, fuertes; caras de deslizamiento y películas de arcilla, delgadas; en manchas, raíces comunes; transición difusa. Dap 1,25.

65-75cm- Horizonte BC, mezcla de colores: negro, pardo oscuro arcilloso; bloques angulares medios, moderados; plástico; caras de deslizamiento y películas de arcilla, delgadas, en manchas; raíces comunes; transición clara.

75-150cm- Horizonte Ck, pardo arcilloso a arcillo limoso; bloques angulares medios y grandes moderados. Caras de deslizamiento. Abundantes concreciones de CaCo₃. Pedotúbulos de materia orgánica pocos.

3.5.2.2. Historia del suelo y cultivos anteriores

Durante la zafra 1996-97 se cultivo maíz para grano. Anteriormente, se manejó durante más de 20 años con pastoreo como pradera vieja.

3.5.3. Brunosol en Pantanoso del Sauce

3.5.3.1. Descripción del perfil

0-15 cm.- Horizonte A color pardo claro(marrón), con textura granular fina limo arcilloso.

15-35 cm.- Horizonte AB color marrón a marrón oscuro, con texturas granular grueso limo-arcilloso.

35-60 cm.- Horizonte B color pardo oscuro estructura en bloques y arcilloso.

60-90 cm.- Horizonte BC color pardo, marrón y en sectores negro, estructura en bloques y textura arcillosa.

90 y más cm.- Horizonte C color pardo con moteados amarillentos, arcilloso liviano con arenas areniscas y algunos granos y gravas.

3.5.3.2. Historia del suelo y manejo anterior

En el predio hace varias décadas se practica agricultura, realizando cultivo tras cultivo en forma más o menos extractiva, sin la realización de manejos de recuperación, en forma similar al resto de la zona. Se ha dado una degradación importante de estos suelos, con una considerable pérdida de la fertilidad y potencialidad productiva en relación a la que tuvieron en su origen.

Los principales cultivos que se realizan en el predio y para los que ha sido utilizado el suelo en el que se realizó el ensayo son boniato en la zafra 1996-97, y anteriormente cebolla, zanahoria, morrón y zapallo kabutiá.

3.5.4. Vertisol en Canelón Grande

3.5.4.1. Descripción del perfil

0-15 cm.- Horizonte A , pardo oscuro a negro arcilloso granular; con abundante presencia de concreciones de CaCO₃ en superficie.

15-30 cm.- Horizonte AB , negro, con presencia de abundantes raíces, arcilloso y estructurado en bloques; presencia de concreciones de CaCO₃.

30-85 cm.- Horizonte B , negro oscuro (muy humedecido), presenta raíces hasta los 50 cm aproximadamente. Arcilloso y estructurado en bloques, presencia de concreciones de CaCO₃ de 5 mm de promedio.

Más de 85 cm.- Horizonte C pardo grisáceo arcilloso estructurado en bloques, presencia de concreciones de CaCO₃ de 1-2 mm.

Cuadro 3
Propiedades químicas de los suelos utilizados en los ensayos

Localidad	pH H ₂ O	pH KCl	MO %	P Ppm	K Meq	Ca meq	Mg meq	Na meq
Brunosol CRS								
0 - 20 cm	5.8	5.1	2.9	43	0.77	10.7	4.2	0.56
20 - 40 cm	6.0	5.2	2.7	24	0.89	12.3	5.4	0.66
Vertisol CRS								
0 - 20 cm	5.8	5.3	3.9	30	1.28	11.7	4.5	0.40
20 - 40 cm	5.9	4.9	2.8	25	0.80	10.1	3.7	0.45
Vertisol Canelón Grande								
0 - 20 cm	7.5	6.7	2.9	23	0.88	36.9	3.0	0.34
20 - 40 cm	7.2	6.6	2.8	18	0.82	37.1	3.6	0.33
Brunosol Pantanosol								
0 - 20 cm	5.6	4.8	3.2	25	0.74	9.6	3.4	0.42
20 - 40 cm	5.3	4.5	2.7	18	0.41	7.9	2.4	0.59

Cuadro 4
Propiedades físicas de los suelos utilizados en los ensayos

Textura Localidad	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
Brunosol CRS				
0 - 20 cm	---	---	---	---
20 - 40 cm	30	39	31	Franco Arcilloso
Vertisol CRS				
0 - 20 cm	24	43	33	Franco Arcilloso
20 - 40 cm	26	50	24	Franco
Vertisol Canelón Grande				
0 - 20 cm	34	12	50	Franco Arcillo Limoso
20 - 40 cm	33	22	42	Franco Arcilloso
Brunosol Pantanosol				
0 - 20 cm	42	36	27	Franco Arcilloso
20 - 40 cm	59	30	39	Franco Arcilloso

3.5.4.2. Historia del suelo

Los suelos pertenecientes a este predio se utilizaron durante varias décadas a la producción de trigo, hace aproximadamente 20 años se pasó a realizar cultivos hortícolas siendo los principales papa y zapallo. Los últimos cultivos realizados sobre el suelo utilizado en el ensayo de esta tesis fueron tomate y cebolla.

3.6. MANEJO DEL CULTIVO

3.6.1. Almácigos

Los almácigos se sembraron en las fechas anteriormente mencionadas, en el CRS en un brunosol. Fueron fertilizados con superfosfato a razón de 400 kg/ha; también se agregó abono de pollo a razón de 20.000 kg/ha. La siembra se realizó en líneas cada 10 cm, con una densidad de 4 g/m². Se regó cuando se consideró necesario y se realizaron dos desmalezadas manuales.

Durante la etapa de almácigo se realizaron aplicaciones fitosanitarias periódicas cada 10-15 días de acuerdo al estado sanitario de los plantines y las condiciones ambientales existentes. Los productos utilizados fueron oxiclورو de cobre, que se suplementó con dos aplicaciones de Iprodione ante la aparición de *Botrytis squamosa*, principal problema sanitario en esta etapa.

3.6.2. Cultivos

Los trasplantes se realizaron en las fechas mencionadas en los suelos de las cuatro localidades. El laboreo fue similar en las diferentes localidades. Se realizó una arada, dos disqueadas, cincel, rastra de dientes y posteriormente encamellonado cada 70 cm. No se realizó fertilización de base de los diferentes suelos.

Como se vio en el diseño experimental en cada localidad el cultivo se organizó en 36 parcelas chicas correspondiendo cada una a una fecha por un cultivar. Cada una de estas parcelas chicas estaba constituida por un caballete de 2 metros de largo con 100 cebollas, dispuestas en doble fila sobre el caballete, con un espaciamiento entre fila de 15-20 cm, y de 10-12 cm en la fila.

En el caso de los ensayos en el Centro Regional Sur sobre Brunosol y sobre Vertisol, se agregó un bloque de muestreo, para la extracción de plantas cada 15 días con el objetivo de realizar mediciones que permitieran registrar y caracterizar el crecimiento de los diferentes tratamientos.

En el momento del trasplante se realizó un riego para asegurar una buena implantación del cultivo.

El manejo de las malezas se realizó con una aplicación de Linurex (1.5 kg/ha) 15 a 20 días pos-trasplante, luego que los plantines comenzaron a emitir nuevas hojas. Esta aplicación fue complementada con dos carpidas manuales.

En lo que hace al manejo sanitario, se realizaron aplicaciones cada 10-15 días con Oxiclورو de cobre y adherente según el estado del cultivo y las condiciones ambientales imperantes. También se realizaron durante el mes de setiembre dos aplicaciones curativas con Ridomil Combi (Metalaxil + Folpet) ante la aparición de Peronóspora (*Peronóspora destructor*) principal enfermedad observada durante el desarrollo del cultivo.

La cosecha se realizó en forma manual estableciéndose como criterio el 50 % de las plantas volcadas. Este criterio varió de acuerdo al cultivar, la fecha de trasplante y la localidad de que se trató; no se observó un vuelco normal en las fechas más tardías de trasplante, y especialmente en el cultivar Valcatorce.

3.7. DETERMINACIONES

3.7.1. Rendimiento total y comercial

Una vez cosechados y curados los bulbos en galpón (durante 30 días), se determinó el rendimiento total así como el rendimiento comercial para los diferentes tratamientos (variedad, fecha y localidad).

Rendimiento total: Se pesaban todos los bulbos recolectados de cada parcela chica, ese valor obtenido se multiplica por 2500 para expresar los rendimientos en kg/há.

Rendimiento comercial: Se pesaban solamente los bulbos de categoría comercial, y posteriormente se multiplica por 2500 para expresar los rendimientos en kg/há.

Dentro de la categoría bulbo comercial, se clasificó en cuatro sub-categorías según su diámetro: entre 4-5 cm; entre 5- 7 cm; entre 7- 9 cm y mayores de 9 cm.

Dentro de los bulbos no comerciales (descarte), se consideraron aquellos bulbos con un diámetro menor a 4 cm, bulbos podridos, dobles y florecidos, registrándose el número de bulbos, total y por concepto de descarte

3.7.2. Muestreos durante el crecimiento del cultivo

Se realizaron muestreos destructivos de plantas desde trasplante hasta cosecha, mediante la extracción quincenal de 6 plantas ubicadas en una parcela dedicada a los muestreos (Ver figura 2) en cada uno de los dos suelos del CRS (brunosol y vertisol). Se evaluaron las siguientes variables:

- Número de hojas verdes.
- Peso fresco y seco de: planta
 - hojas verdes
 - hojas secas
 - falso tallo
- Estimación del Area foliar, determinada en forma gravimétrica (a través del peso de una superficie de hoja de área conocida). Se midió el área de un trozo rectangular de la hoja mayor de la planta y se pesó en una balanza de precisión. Conjuntamente con el peso total de todas las hojas de la planta y por regla de tres se obtuvo el área foliar de la planta (método gravimétrico, Peterson R. 1961 citado por Joseph Balcar, 1989).
- Estimación de la Duración del Area Foliar durante bulbificación: Se calculo como la sumatoria de cada una de las áreas parciales obtenidas entre dos muestreos. Desde inicio de bulbificación a cosecha.
- Índice de Bulbificación. Se determinó el índice de bulbificación mediante el cociente entre el diámetro mayor y el diámetro menor del falso tallo. Cuando el índice supera el valor 2, es cuando se considera que la planta inicia la bulbificación (Brewster, 1990a).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. RENDIMIENTO TOTAL

4.1.1. Comparación entre fechas de trasplante

El Cuadro 5 presenta el rendimiento total por cultivar en cada fecha de trasplante y localidad de ensayo. En tres de las cuatro localidades ensayadas (Brunosol CRS, Vertisol Canelón Grande, y Brunosol Pantanoso del Sauce), el efecto de la fecha de trasplante sobre el rendimiento total fue dependiente del cultivar utilizado. Para estas localidades con interacción entre fecha y cultivar, el análisis del rendimiento de las tres fechas de trasplante se hace según el cultivar considerado.

Para la restante localidad, el ensayo en el Vertisol del Centro Regional Sur, el efecto de la fecha de trasplante sobre el rendimiento total fue independiente del cultivar utilizado. En esta localidad las diferencias entre fechas de trasplante son muy notorias, altamente significativas, encontrándose una importante caída del rendimiento al retrasar la fecha de trasplante. Los mayores valores en rendimiento total se lograron con la primer fecha de trasplante. Disminuyó un 25% con la segunda fecha de trasplante, unos 30 días después, y finalmente decae hasta un 50 % el rendimiento con la fecha de trasplante más tardía (unos 60 días después).

En forma general, para todas las localidades y para todos los cultivares el efecto de la fecha de trasplante sobre el rendimiento muestra que la primer fecha rinde más, respecto de la segunda fecha, y ésta a su vez rinde más que la tercer fecha de trasplante.

A igual fecha de trasplante, los rendimientos también variaron según la localidad del ensayo. No se realizó análisis estadístico para comparar las localidades. Se destacaron el Vertisol de Canelón Grande y el Brunosol CRS como suelos de alto potencial, respecto al Vertisol CRS y de forma más evidente del Brunosol de Pantanoso del Sauce, que se comportó como la localidad de menor potencial productivo.

Cuadro 5

Rendimiento total (Kg/ha) promedio de cultivares en el Vertisol CRS, y para cada cultivar según fechas de trasplante en las otras localidades de ensayo.

Fecha de Trasplante	Localidad de ensayo			
	Brunosol C.R.S	Vertisol C.R.S	Vertisol C.Grande	Brunosol P.Sauce
Julio 16		30000 a		
Agosto 13	-	24209 b	-	-
Setiembre 10		16142 c		
<i>Cultivar Texas Early Grano 502</i>				
Julio 16	27662 a		31584 a	19697 a
Agosto 13	28665 a	-	22250 b	14899 b
Setiembre 10	14847 b		20118 b	15545 b
<i>Cultivar Pantanoso del Sauce C.R.S</i>				
Julio 16	39625 a		43127 a	31523 a
Agosto 13	37150 a	-	34467 b	20592 b
Setiembre 10	24349 b		20319 c	20609 b
<i>Cultivar Valcatorce</i>				
Julio 16	33266 a		40517 a	20842 a
Agosto 13	27290 b	-	26480 b	17051 a
Setiembre 10	18907 c		19226 c	12849 b
<i>Media del ensayo</i>	<u>28387</u>	<u>23451</u>	<u>29025</u>	<u>19469</u>
<i>Coef de Variación</i>	7.6	23.7	12.4	12.9

Las medias seguidas de la misma letra dentro de cada localidad y fecha no difieren estadísticamente ($p < 0.05$).

Se aprecia una interacción positiva entre el rendimiento obtenido en las fechas más tempranas y el potencial de cada localidad. En los mejores suelos se obtuvo un rendimiento que llegó, en la primer fecha de trasplante, a duplicar el valor alcanzado en las localidades de menor potencial. En cambio, para la tercer fecha de trasplante la diferencia no es tan grande, si bien se mantienen las tendencias.

Cuadro 6
Variables de crecimiento según fecha de trasplante
(promedio de tres cultivares)

Fecha de trasplante	PF _{22d} (g)	Período (días)		PF _{IB} (g)	AF _{IB} (cm ²)	DAF IB-UM (cm ² .d)	Peso bulbo (g)	Rendimiento total (kg/ha)
		TR-IB	IB-UM					
<i>Brunosol C.R.S</i>								
Julio 16	3,7	106	44	158	952	37169	170	33519
Agosto 13	3,6	86	36	121	778	25858	149	31035
Setiembre 9	3,8	70	39	46	328	10957	86	19369
<i>Vertisol C.R.S</i>								
Julio 16	2,8	104	46	125	752	36891	154	30000
Agosto 13	3,1	89	33	92	634	19203	121	24210
Setiembre 9	3,2	71	38	59	433	11942	78	16143

(AF) Area foliar; (DAF) Duración del área foliar; (IB) inicio de la bulbificación; (PF) Peso fresco; (22d) primer muestreo a los 22 días del trasplante; (TR) trasplante; (UM) último muestreo, al momento de la cosecha. Los muestreos son medias de 8 plantas por cultivar, fecha de trasplante y localidad, sin repeticiones.

El cultivar Texas Early Grano 502 no tuvo como respuesta un alto rendimiento en la primer fecha de trasplante, como se hubiera esperado, ya que es la época recomendada. Por lo contrario, el rendimiento alcanzado por esta variedad en esta fecha fue más bajo que con los cultivares Valcatorce y Pantanoso del Sauce CRS.

Pantanoso del Sauce CRS demuestra ser el que más responde al adelanto en la fecha de trasplante. Aunque su rendimiento también se reduce de forma muy importante al atrasar el trasplante, de todas formas los rendimientos en la tercer fecha de trasplante superan en cada localidad, los rendimientos alcanzados por Texas y Valcatorce.

Valcatorce responde en forma importante al trasplante temprano, en el que alcanza altos valores de rendimiento total. Es notorio también su reducción en el rendimiento al retrasar la fecha de trasplante. Llama la atención los

valores tan bajos alcanzados en la última fecha de trasplante, ya que es un cultivar de ciclo largo y tardío. Esta reducción en el rendimiento se hace de forma más evidente en la localidad de Pantanoso del Sauce, con suelos de menor potencial.

Como se aprecia en el Cuadro 6 y en las Figuras 3 y 4, que al retrasar la fecha de siembra y trasplante los rendimientos totales disminuyan, podría explicarse por un acortamiento del período entre el trasplante y el inicio de bulbificación. Esto determina que el cultivo inicie la bulbificación con un menor peso total de la planta, lo que se corresponde con una menor área foliar al momento de iniciar la bulbificación.

Debido a que la planta de cebolla una vez que comienza a bulbificar disminuye y posteriormente detiene la emisión de nuevas hojas, el área foliar alcanzada hasta este momento constituye un punto crucial en la determinación del rendimiento.

Estas diferencias en el área foliar generadas antes de bulbificar se mantienen, posteriormente durante el período de bulbificación, como se puede apreciar en los valores de duración del área foliar desde inicio de bulbificación hasta cosecha (DAF), que son mayores para la primera fecha respecto a la segunda, y de ésta respecto a la tercera. Como lo señala Galmarini (1997) una mayor duración del área foliar es un requerimiento básico para lograr un mayor tamaño de bulbos y más altos rendimientos.

Como se aprecia en el Cuadro 7 las variables de crecimiento más correlacionadas con el peso medio de bulbo cosechado, el rendimiento total y comercial son: la duración del área foliar (DAF) durante la bulbificación, el peso fresco total de la planta al inicio de bulbificación, y el área foliar al inicio de la bulbificación (AF). Estas variables explican en forma importante las diferencias en los rendimientos para las distintas fechas y cultivares empleados en los ensayos.

Según Brewster (1990a) las mayores diferencias en rendimiento entre cultivos se deben a la radiación interceptada por el canopy foliar en el período entre inicio de bulbificación y cosecha. La capacidad de intercepción de luz está asociada a la duración del área foliar.

La diferencia de rendimientos entre fechas de trasplante, se debería entonces a que el mayor potencial en la capacidad fotosintética, determina una mayor capacidad de traslocación de carbohidratos durante el llenado de bulbos, lo que redundaría en la obtención de bulbos de mayor tamaño (Cuadro 6).

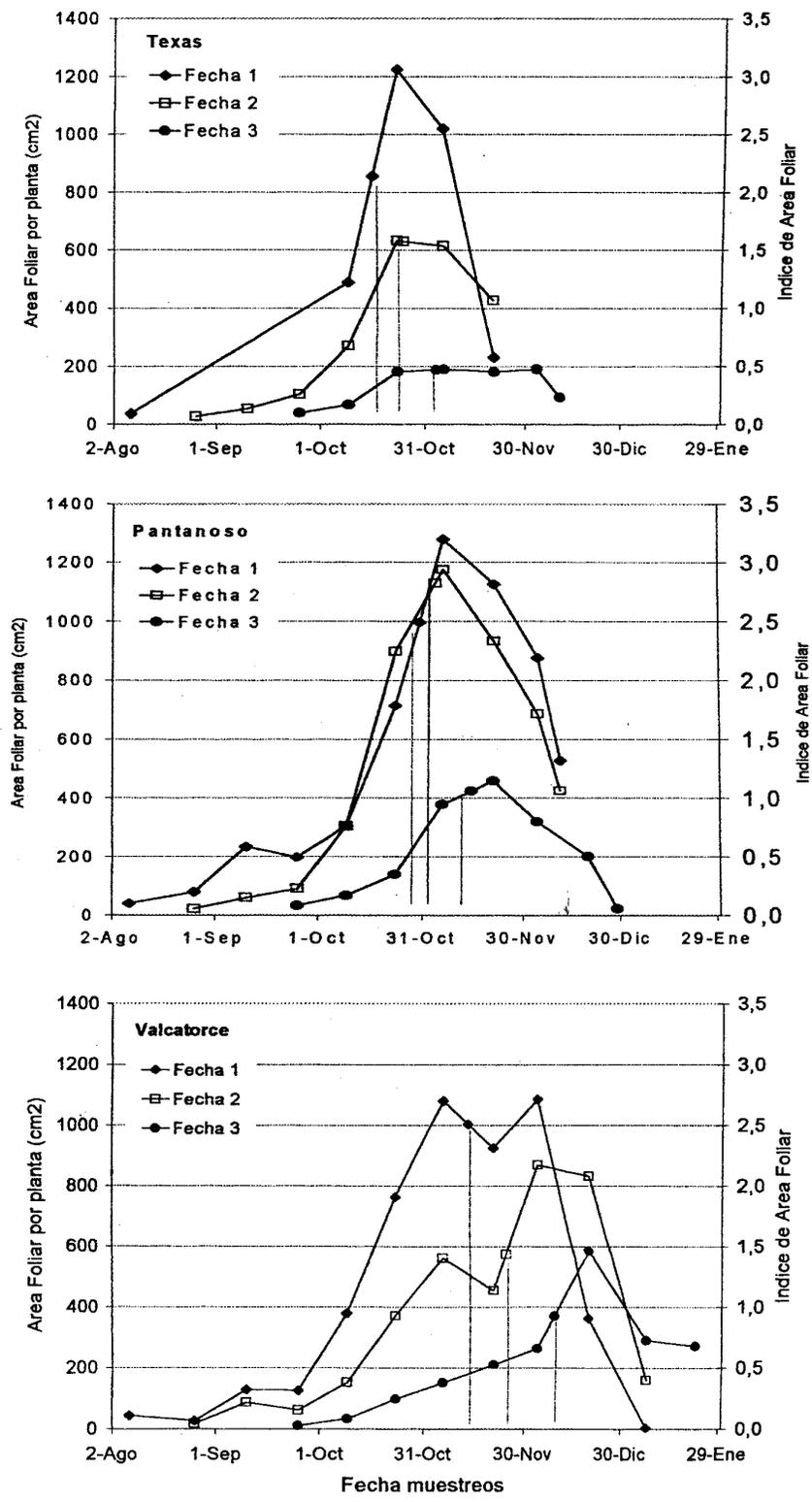


Figura3. Evolución del área foliar por planta (cm²) y del IAF para cada cultivar y fecha de siembra. Ensayo sobre Brunosol CRS. Las líneas verticales indican el área foliar al inicio de bulbificación.

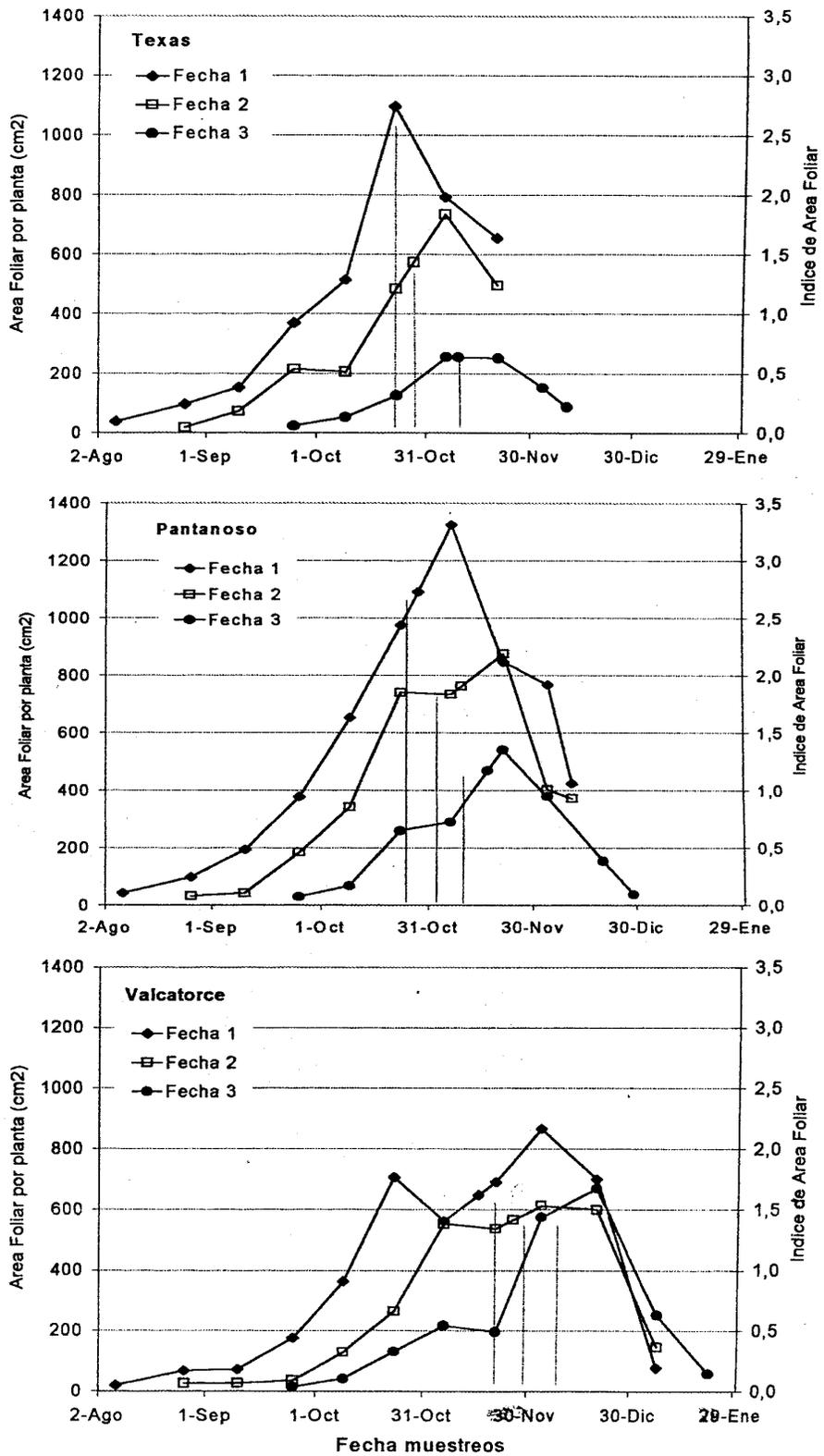


Figura 4. Evolución del área foliar por planta (cm²) y del IAF del cultivo para cada cultivar y fecha de siembra. Ensayo sobre Vertisol CRS. Las líneas verticales indican el área foliar al inicio de bulbificación.

Cuadro 7
Correlación entre variables de crecimiento y el rendimiento

Variables	PF _{22d}	AF _{22d}	Período (días)		PF _{IB}	AF _{IB}	DAF IB-UM
	(g)	(cm ²)	TR-IB	IB-UM	(g)	(cm ²)	(cm ² .d)
Peso fresco (g) Bulbo	0,08 NS	-0,2 NS	0,67 *	0,38 NS	0,89 *	0,87 *	0,94 *
Peso fresco (g) Bulbo comercial	0,12 NS	-0,1 NS	0,61 *	0,33 NS	0,88 *	0,86 *	0,93 *
Rendimiento total (kg/ha)	0,14 NS	0,16 NS	0,60 *	0,34 NS	0,88 *	0,88 *	0,87 *
Rendimiento comercial (kg/ha)	0,32 NS	0,05 NS	0,30 NS	0,11 NS	0,75 *	0,77 *	0,70 *

(AF) Área foliar; (DAF) Duración del área foliar; (IB) inicio de la bulbificación; (PF) Peso fresco; (22d) primer muestreo a los 22 días del trasplante; (TR) trasplante; (UM) último muestreo, al momento de la cosecha.

(*) Correlación significativa ($p < 0.05$). NS: Correlación no significativa. $n = 18$.

Estos resultados coinciden con lo observado por Izquierdo, Maeso y Villamil (1978) que trabajando con cebollas valencianas con diferentes fechas de siembra concluyeron que las fechas más tempranas (abril) lograron los mayores rendimientos y pesos promedios de bulbo.

4.1.2. Comparación entre cultivares

De las cuatro localidades utilizadas durante el trabajo, el rendimiento total para cada cultivar fue dependiente de la fecha de trasplante en tres de ellas: Brunosol CRS, Vertisol Canelón Grande, y Brunosol Pantanoso del Sauce (Cuadro 8).

En el Vertisol CRS no hubo interacción entre cultivar y fecha de trasplante.

Cuadro 8

Rendimiento total (kg/ha) promedio de fechas de trasplante en el Vertisol CRS, y para cada fecha de trasplante por cultivar en las otras localidades de ensayo

Cultivares	Localidad de Ensayo			
	Brunosol C.R.S	Vertisol C.R.S (*)	Vertisol C.Grande	Brunosol P.Sauce
Texas E. Grano 502		20896 b		
Pantanosos del Sauce	-	26631 a	-	-
Valcatorce		22824 ab		
<i>Trasplante Julio 16</i>				
Texas E. Grano 502	27662 c		31584 b	19697 b
Pantanosos del Sauce	39625 a	-	43127 a	31523 a
Valcatorce	33266 b		40517 a	20842 b
<i>Trasplante Agosto 13</i>				
Texas E. Grano 502	28665 b		22250 b	14899 b
Pantanosos del Sauce	37150 a	-	34467 a	20592 a
Valcatorce	27290 b		26480 b	17051 ab
<i>Trasplante Setiembre 10</i>				
Texas E. Grano 502	14847 c		20118 a	15545 b
Pantanosos del Sauce	24349 a	-	20319 a	20609 a
Valcatorce	18907 b		19226 a	12849 b
<i>Media del ensayo</i>	<u>28387</u>	<u>23451</u>	<u>29025</u>	<u>19469</u>
<i>Coef de Variación</i>	7.6	23.7	12.4	12.9

Las medias seguidas de la misma letra dentro de cada localidad y fecha no difieren estadísticamente ($p < 0.05$).

(*) = Para esta localidad existe efecto cultivar considerando, una significancia ($p < 0.06$)

El cultivar Pantanosos del Sauce tuvo un rendimiento total mayor en todas las localidades y fechas de trasplante, resultando significativa en la mayoría de los casos. Para la localidad Vertisol CRS, la diferencia entre los cultivares Pantanosos del Sauce y Valcatorce no resultó significativa, pero las diferencias entre Pantanosos y Texas sí resultaron.

Para las localidades con interacción entre cultivar y fecha, el análisis del rendimiento de los tres cultivares se hace según la fecha de trasplante considerada.

Para la fecha de trasplante más temprana, el cultivar Pantanoso logro los mayores rendimientos. Esta diferencia es significativa en las localidades Brunosol CRS y Brunosol Pantanoso del Sauce.

Para la segunda fecha de trasplante, el cultivar Pantanoso logro los mayores rendimientos totales, y resultaron significativas las diferencias con los restantes cultivares tanto en el Brunosol CRS como en el Vertisol de Canelón Grande. No fue así, en cambio, para la diferencia entre Pantanoso y Valcatorce en el Brunosol de P. Sauce.

A su vez, los rendimientos totales entre Texas y Valcatorce para esta fecha de trasplante en ninguna localidad resultaron diferentes estadísticamente.

Para la tercer fecha de trasplante, el cultivar Pantanoso logro los mayores rendimientos totales, con diferencias significativas en el Brunosol CRS y en el Brunosol de Pantanoso del Sauce. En tanto, en el Vertisol de Canelón Grande no existieron diferencias estadísticas entre los tres cultivares utilizados, con rendimientos destacados frente a las otras localidades.

Como se aprecia en el Cuadro 9 y en la Figura 5, Valcatorce presenta un ciclo de crecimiento 20 a 30 días más largo que los otros cultivares durante el período vegetativo (trasplante a inicio de bulbificación), y de 5 a 10 días más durante el período de bulbificación.

No obstante, el cultivar que logra un mayor área foliar y peso de planta al iniciar la bulbificación es el cultivar Pantanoso. El peso de plantín del cultivar Pantanoso supera al cultivar Valcatorce (Cuadro 9).

Texas logró un peso de plantín intermedio entre estas dos variedades pero presenta un periodo trasplante a inicio de bulbificación muy corto, que limita el peso de planta y el área foliar al inicio de bulbificación en relación con los otros cultivares. Genta y Ambrosoni (1989) y Guimaraes (1988) destacan el peso del plantín al trasplante como un factor importante en la determinación del tamaño de bulbo cosechado y del rendimiento total.

Cuadro 9
Variables de crecimiento según cultivar
(promedio de tres fechas de trasplante)

Cultivar	PF _{22d} (g)	Período (días)		PF _{IB} (g)	AF _{IB} (cm ²)	DAF IB-UM (cm2.d)	Peso bulbo (g)	Rendimiento total (kg/ha)
		TR-IB	IB-UM					
<i>Brunosol C.R.S</i>								
Pantanoso	4,1	85	41	130	851	29993	160	33709
Valcatorce	3,0	105	44	105	648	25905	131	26488
Texas	4,0	73	33	91	559	18085	114	23726
<i>Vertisol C.R.S</i>								
Pantanoso	3,8	86	40	116	774	25537	129	26631
Valcatorce	2,0	104	45	94	597	23559	115	22825
Texas	3,3	74	33	67	448	18940	110	20897

(AF) Area foliar; (DAF) Duración del área foliar; (IB) inicio de la bulbificación; (PF) Peso fresco; (22d) primer muestreo a los 22 días del trasplante; (TR) trasplante; (UM) último muestreo, al momento de la cosecha.

Los muestreos son medias de 6 plantas por cultivar, fecha de trasplante y localidad, sin repeticiones.

A la vez, Pantanoso del Sauce presenta una mayor duración del área foliar durante bulbificación (DAF), determinando un mayor potencial en la capacidad fotosintética durante dicho período (Cuadro 9, Figura 3 y 4). Esta mayor capacidad fotosintética se traduce en bulbos de mayor tamaño y peso. Como ya se mencionó, según Galmarini (1997) y Brewster (1990a) la duración del área foliar es determinante del rendimiento.

Todos estos factores contribuyen a explicar el mejor comportamiento del cultivar Pantanoso en rendimiento total. Cabe señalar como otro de los factores que contribuye a este resultado, las diferencias observadas en susceptibilidad a manchas foliares y punta seca causadas por *Botrytis*. Si bien no se realizaron mediciones, esto podría haber incidido en dos momentos principales, determinando las diferencias principalmente con Valcatorce: (a) en almácigos, lo que habría afectado el peso del plantín al trasplante, y (b) próximo a la

cosecha, cuando se registraron importantes lluvias (Anexo, figura 14), lo que habría afectado la duración de área foliar durante bulbificación.

En cuanto a Valcatorce y Texas podemos destacar que Texas presenta un mayor peso fresco y área foliar a los 22 días de trasplante, pero Valcatorce tiene un mayor período trasplante a inicio de bulbificación (30 y 32 días más largo). Este mayor período de desarrollo le permite alcanzar una mayor área foliar al inicio de bulbificación. Además, Valcatorce presentó en este trabajo un mayor período de bulbificación (11 y 12 días más largo), y una mayor duración del área foliar (DAF) de Valcatorce frente a Texas.

Otro elemento a tener en cuenta lo constituyen las bajas precipitaciones ocurridas durante la bulbificación del cultivar Texas respecto a un año normal, (ver Anexo fig.14). Estas variaciones contribuyen a explicar el mayor rendimiento total de Valcatorce sobre Texas.

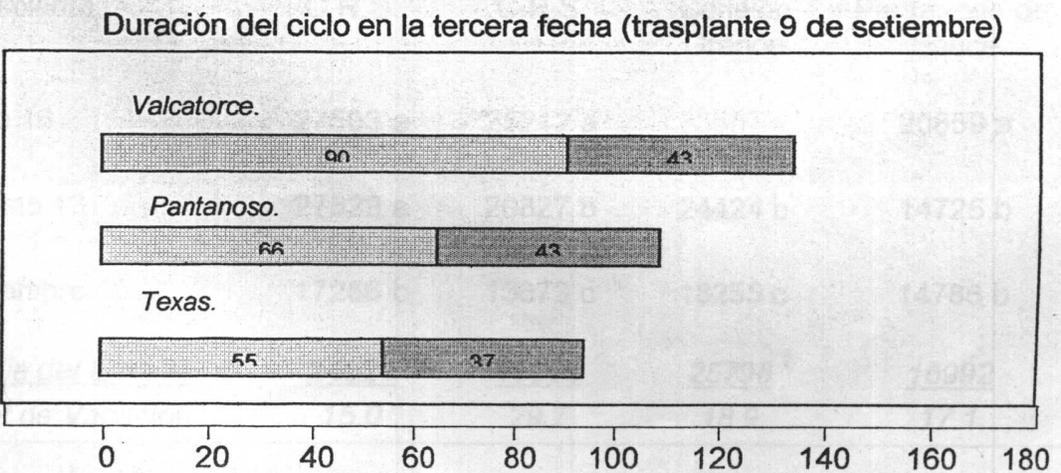
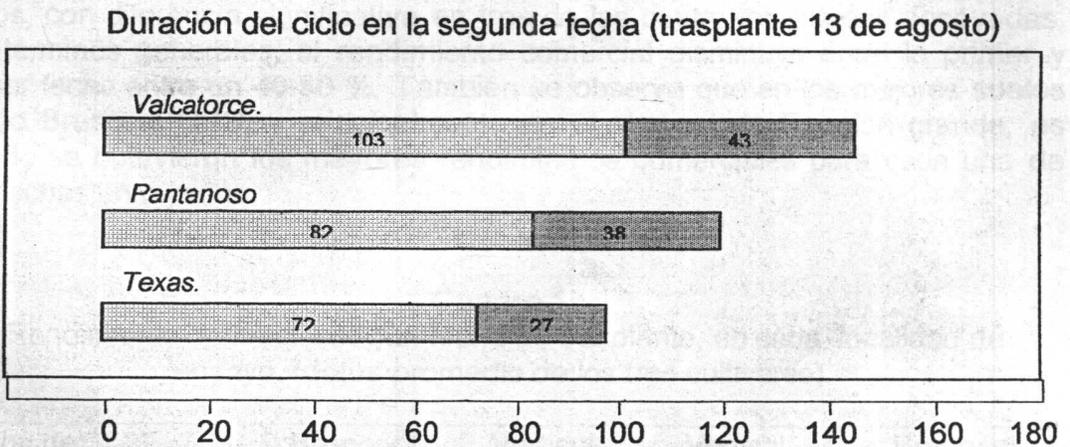
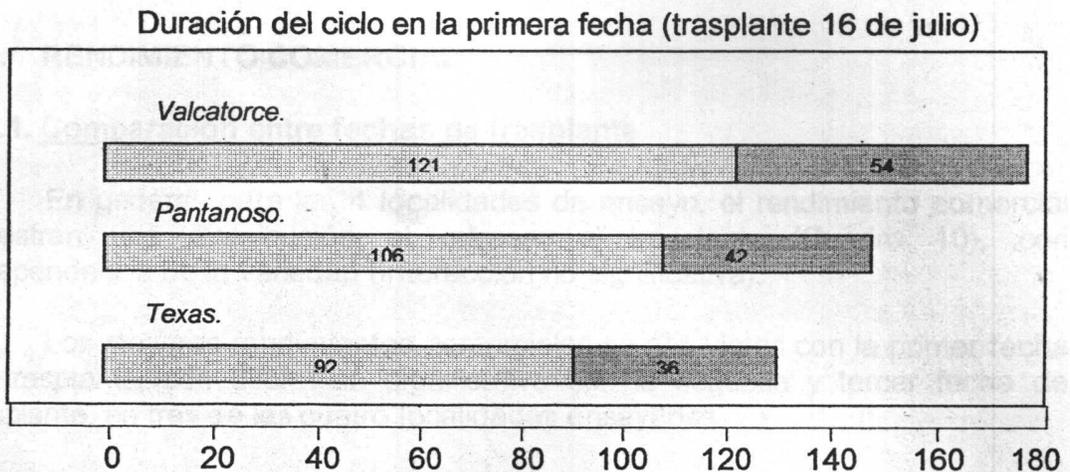


Figura 5. Diagramas representativos de la duración del ciclo de cada cultivar en cada fecha de trasplante.

4.2. RENDIMIENTO COMERCIAL

4.2.1. Comparación entre fechas de trasplante

En general, para las 4 localidades de ensayo, el rendimiento comercial muestran una disminución al retrasar el trasplante (Cuadro 10), con independencia de la variedad (interacción no significativa).

Los mayores rendimientos comerciales se obtuvieron con la primer fecha de trasplante, con diferencia significativa con la segunda y tercer fecha de trasplante, en tres de las cuatro localidades ensayadas.

La tercer fecha de trasplante mostró los rendimientos comerciales más bajos, con diferencia significativa en tres de las cuatro localidades ensayadas. En términos generales, el rendimiento comercial disminuye entre la primer y tercer fecha entre un 40-50 %. También se observa que en los mejores suelos como Brunosol CRS, y principalmente en el Vertisol de Canelón grande, es donde se obtuvieron los mayores rendimientos comerciales para cada una de las fechas ensayadas.

Cuadro 10

Rendimiento comercial según fecha de trasplante, en cada localidad de ensayo, (datos promedio de los tres cultivares).

Fecha de Trasplante	Brunosol C.R.S.	Vertisol C.R.S.	Vertisol Canelón Grande	Brunosol Pantanoso del Sauce
Julio 16	27503 a	25212 a	33587 a	20859 a
Agosto 13	27829 a	20827 b	24424 b	14725 b
Setiembre 10	17256 b	13673 c	18255 c	14786 b
<i>Media del Ensayo</i>	<u>24521</u>	<u>19904</u>	<u>25796</u>	<u>16992</u>
<i>Coef de Variación</i>	15.0	29.7	18.9	17.1

Las medias seguidas de la misma letra dentro de cada localidad y fecha no difieren estadísticamente ($p_e < 0.05$).

Como se visualiza en el Cuadro 11, el mayor rendimiento comercial de la primera fecha se determinó por un mayor porcentaje de bulbos de calibres grandes, y menor porcentaje de bulbos comerciales de calibres pequeños que en las fechas siguientes. Para la tercer fecha, el bajo rendimiento comercial se asoció con un elevado porcentaje de bulbos de calibres pequeños y bajo porcentaje de bulbos grandes. Para la segunda fecha de trasplante se observó una situación intermedia.

La principal causa de descarte para la primer fecha (Cuadro 12), fueron los bulbos podridos. Fue menor la incidencia de bulbos florecidos, bulbos chicos (menores a 4 cm de diámetro) y por último bulbos dobles.

Cuadro 11

Porcentaje de bulbos comerciales, según fecha, para cada localidad
(datos promedio de los tres cultivares)

Localidad	Fecha	% de bulbos comerciales				% total b.comercial
		>9cm	7-9cm	5-7cm	4-5cm	
Brunosol C.R.S	Jul-16	6,3	39,2	29,9	5,1	80,5
	Ago-13	3,4	35,2	37,1	11,6	87,3
	Set- 10	0,0	8,8	37,3	36,1	82,2
Vertisol C.R.S	Jul-16	4,6	33,5	34,8	7,8	80,7
	Ago-13	0,5	18,6	49,2	14,2	82,6
	Set- 10	0,0	3,7	37,8	33,9	75,4
Vertisol C.G.	Jul-16	5,1	47,7	29,0	4,0	85,8
	Ago-13	1,1	32,8	37,3	13,6	84,8
	Set- 10	0,0	10,9	51,6	25,0	87,5
Brunosol P.S.	Jul-16	0,4	16,4	46,8	18,5	82,1
	Ago-13	0,0	2,4	39,2	36,1	77,6
	Set- 10	0,0	1,4	36,3	45,3	83,0

Cuadro 12
Porcentaje de bulbos de descarte, según fecha, para cada localidad
(datos promedio de los tres cultivares)

Localidad	Fecha	% de bulbos de descarte				% total b. descarte
		<4cm	podrido	doble	florecido	
Brunosol C.R.S	Jul-16	1,2	12,0	1,4	5,0	19,5
	Ago-13	3,3	7,6	0,8	1,1	12,7
	Set- 10	8,9	7,0	1,9	0,0	17,8
Vertisol C.R.S	Jul-16	3,6	8,0	1,9	5,8	19,3
	Ago-13	5,4	10,1	1,7	0,2	17,4
	Set- 10	13,7	9,9	0,5	0,5	24,6
Vertisol C.G.	Jul-16	1,6	7,7	1,8	3,1	14,2
	Ago-13	4,9	6,5	3,0	0,8	15,2
	Set- 10	7,6	3,3	1,6	0,0	12,5
Brunosol P.S.	Jul-16	3,7	13,0	0,6	0,7	17,9
	Ago-13	9,3	12,9	0,1	0,1	22,4
	Set- 10	11,0	6,0	0,1	0,0	17,0

Para la segunda fecha, la causa de descarte principal fueron los bulbos podridos, seguida por los bulbos pequeños, luego por dobles, y finalmente por florecidos. Para la tercer fecha la principal causa de descarte fue los bulbos pequeños, luego los podridos, luego los dobles y finalmente los florecidos (Cuadro 12).

4.2.2. Comparación entre cultivares

Como se aprecia en el cuadro 13, el rendimiento comercial de la variedad Pantanoso superó en forma significativa a las variedades Texas y Valcatorce en todas las localidades ensayadas,

Texas superó a Valcatorce en todas las localidades, con diferencia estadísticamente significativa solo en la localidad de Pantanoso del Sauce.

Como se observa en el Cuadro 14, el mayor rendimiento comercial del cultivar Pantanoso se fundamenta en que presenta un mayor número de bulbos comerciales, y a su vez tiene los más altos porcentajes de bulbos grandes.

El cultivar Valcatorce, que presentó mayor rendimiento total que Texas pero un menor rendimiento comercial, mostró un mayor número de bulbos de descarte, principalmente bulbos podridos (Cuadro 15).

Cuadro 13

Rendimiento comercial según cultivar en cada localidad de ensayo,
(datos promedio de las tres fechas).

Cultivares	Brunosol C.R.S	Vertisol C.R.S	Vertisol C.Grande	Brunosol P.Sauce
Pantanoso	31303 a	24166 a	30248 a	23680 a
Texas	21753 b	19036 b	23221 b	15660 b
Valcatorce	19532 b	16511 b	22797 b	11030 c
<i>Media del Ensayo</i>	<u>24521</u>	<u>19904</u>	<u>25796</u>	<u>16992</u>
<i>Coef de Variación</i>	15.0	29.7	18.9	17.1

Las medias seguidas de la misma letra dentro de cada localidad y fecha no difieren estadísticamente (p<0.05).

Cuadro 14

Porcentaje de bulbos comerciales, según cultivar, para cada localidad
(datos promedio de las tres fechas)

Localidad	Cultivar	% de bulbos comerciales				% total b.comercial
		>9cm	7-9cm	5-7cm	4-5cm	
Brunosol C.R.S	Texas	1,7	20,0	38,4	25,5	85,6
	Pantanoso	6,1	39,8	33,6	11,5	90,9
	Valcatorce	2,0	23,4	32,4	15,7	73,5
Vertisol C.R.S	Texas	2,6	17,2	38,8	21,5	80,1
	Pantanoso	1,8	22,7	45,2	18,2	87,9
	Valcatorce	0,7	15,9	37,8	16,2	70,7
Vertisol C.G.	Texas	1,4	18,0	47,4	20,0	86,9
	Pantanoso	2,9	41,9	34,7	12,5	92,0
	Valcatorce	1,9	31,4	35,8	10,2	79,2
Brunosol P.S.	Texas	0,0	1,8	38,6	44,8	85,2
	Pantanoso	0,4	12,3	54,8	28,2	95,7
	Valcatorce	0,0	6,1	28,9	26,9	61,8

Cuadro 15
Porcentaje de bulbos de descarte, según cultivar, para cada localidad
(datos promedio de las tres fechas)

Localidad	Cultivar	% de bulbos de descarte				% total
		<4cm	podrido	doble	florecido	b. descarte
Brunosol C.R.S	Texas	5,6	5,9	0,8	2,1	14,4
	Pantanoso	1,7	3,3	1,3	2,7	9,1
	Valcatorce	6,0	17,4	1,9	1,3	26,5
Vertisol C.R.S	Texas	11,8	6,1	0,4	1,6	19,9
	Pantanoso	3,7	2,8	2,1	3,5	12,1
	Valcatorce	7,1	19,1	1,6	1,4	29,3
Vertisol C.G.	Texas	8,7	2,4	1,0	1,0	13,1
	Pantanoso	2,2	1,5	2,8	1,5	8,0
	Valcatorce	3,2	13,5	2,6	1,4	20,8
Brunosol P.S.	Texas	13,4	0,9	0,1	0,4	14,8
	Pantanoso	2,4	0,9	0,5	0,5	4,3
	Valcatorce	8,1	29,9	0,2	0,0	38,2

Respecto a este punto, analizando el secado y manejo de cebollas valencianas, Carballo (2001) menciona que lluvias en el momento de la cosecha y altas temperaturas y humedades relativas durante las etapas posteriores al arrancado, aparecen como las principales causas de pérdidas de la calidad visual, principalmente por manchas y carbonilla. Según este autor, en años lluviosos como en los de este trabajo (ver anexos figura 14), las pérdidas imputables a un secado inadecuado del producto alcanzaron 20 % del total de la cosecha.

Cabe mencionar que Valcatorce se cosecho a partir del 7 de enero para la primera y segunda fecha de trasplante, y el 22 de enero para la tercer fecha, coincidiendo con la ocurrencia de condiciones ambientales previo a la cosecha semejantes a las citadas anteriormente. Además, habría contribuido a la ocurrencia de pudriciones un mal cerrado del cuello, por la pérdida prematura del follaje y por exceso de agua en el suelo, lo que afecto la normal maduración.

4.3. PESO MEDIO DE BULBO COMERCIAL

4.3.1. Comparación entre fechas de trasplante

Se observó interacción entre fecha de trasplante y cultivar para la característica peso medio de bulbo comercial en dos de las cuatro localidades ensayadas (Cuadro 16). El peso medio de bulbo comercial de las tres variedades disminuyó al atrasar la fecha de siembra y trasplante, siendo significativa la diferencia entre las tres fechas ensayadas.

Esta disminución en el peso, respecto al peso logrado con la primer fecha, es de un 15 a 20 % para la segunda fecha de trasplante (30 días más tarde), y un 45-50 % para la tercer fecha de trasplante (55 días más tarde).

En las localidades donde hay interacción entre la fecha de trasplante y la variedad utilizada, se observan tendencias similares, aunque el efecto de la fecha de trasplante tomando un solo cultivar a la vez no establece diferencias significativas tan claras en todos los casos, especialmente en la segunda y tercer fecha de trasplante.

Llaman la atención los bajos valores de peso medio de bulbo comercial de Valcatorce obtenidos con la tercer fecha de trasplante, que es la fecha de trasplante utilizada en cultivos comerciales. Se hubiera esperado que superara los valores obtenidos con Pantanoso y principalmente con Texas que es una variedad de día corto, ya que Valcatorce, al contar con un desarrollo foliar más prolongado, mitigaría el efecto negativo de un trasplante tardío.

Probablemente las condiciones del año (altas precipitaciones, humedad, nubosidad y temperaturas más frescas) desde fines de diciembre hasta cosecha, hayan sido para Valcatorce la causa de pérdida de área foliar y de una alteración en la bulbificación y traslocación de sustancias de reserva hacia el bulbo. De hecho, se observa claramente un efecto negativo de estas condiciones a través del porcentaje de bulbos podridos en la cosecha.

Por último, se observa para todas las fechas de trasplante, así como para las tres variedades, una correlación entre los suelos con mayor potencialidad y los pesos de los bulbos comerciales obtenidos.

Cuadro 16

Peso medio de bulbo comercial (g) promedio de cultivares en las localidades Brunosol y Vertisol del CRS y para cada cultivar según fechas de trasplante en las otras localidades

Fecha de Trasplante	Brunosol C.R.S	Vertisol C.R.S	Vertisol C.Grande	Brunosol P.Sauce(*)
Julio 16	173 a	161 a		
Agosto 13	151 b	124 b	-	-
Setiembre 10	91 c	85 c		
<i>Cultivar Texas Early Grano 502</i>				
Julio 16			157 a	93 a
Agosto 13	-	-	110 b	72 b
Setiembre 10			97 b	79 ab
<i>Cultivar Pantanoso del Sauce C.R.S</i>				
Julio 16			199 a	138 a
Agosto 13	-	-	161 b	100 b
Setiembre 10			94 c	91 b
<i>Cultivar Valcatorce</i>				
Julio 16			169 a	127 a
Agosto 13	-	-	151 a	95 b
Setiembre 10			105 b	73 c
Media del Ensayo	140.9	123.8	140.0	97.6
Coef de Variación	9.0	17.5	10.7	13.3

Las medias seguidas de la misma letra dentro de cada localidad y fecha no difieren estadísticamente ($p < 0.05$). NS: diferencia no significativa.

(*) = Existe interacción *fecha x cultivar* con $p_{\text{error}} < 0.057$.

4.3.2. Comparación entre cultivares

El peso medio de bulbos comerciales presentó interacción con el cultivar en 2 de las 4 localidades ensayadas (Cuadro 17). Para el Brunosol CRS Pantanoso presentó el mayor peso, con diferencias significativas respecto a Valcatorce y Texas. Valcatorce supero a Texas pero sin diferencias significativas .

En el Vertisol C.R.S Pantanoso logro los mayores valores de peso de bulbo, Texas en segundo lugar y por ultimo Valcatorce, aunque no se registraron diferencias significativas para ninguno de los tres cultivares.

En las otras localidades, la superioridad del cultivar Pantanoso del Sauce fue significativa para la primer fecha de trasplante en uno de los casos, en tanto que no presentó diferencia significativa con Valcatorce en la otra localidad. Esto ultimo también sucedió en la segunda fecha de trasplante para las dos localidades.

En la tercer fecha de trasplante no hubo diferencias significativas entre cultivares. En este último caso, la reducción en el período de desarrollo foliar, no habría permitido expresar el potencial de cada cultivar.

Se observan diferencias, en el peso medio de bulbo alcanzado para los nueve tratamientos entre las cuatro localidades. Destacándose Vertisol Canelón Grande y Brunosol C.R.S como localidades en las cuales se registraron los mayores pesos medio de bulbos comerciales.

Cuadro 17

Peso medio de bulbo comercial (g) promedio de las tres fechas en las localidades Brunosol y Vertisol del CRS y para cada fecha de trasplante, según cultivar en las otras localidades

Cultivares	Brunosol C.R.S	Vertisol C.R.S	Vertisol C.Grande	Brunosol P.Sauce(*)
Texas	120 b	121 NS		
Pantanosos	164 a	134		
Valcatorce	131 b	115		
<i>Fecha de trasplante 16 de julio</i>				
Texas			157 b	93 b
Pantanosos			199 a	138 a
Valcatorce			169 b	127 a
<i>Fecha de trasplante 13 de agosto</i>				
Texas			110 b	72 b
Pantanosos			161 a	100 a
Valcatorce			151 a	95 a
<i>Fecha de trasplante 10 de septiembre</i>				
Texas			97 a	79 a
Pantanosos			94 a	91 a
Valcatorce			105 a	73 a
Media del Ensayo	<u>140.9</u>	<u>123.8</u>	<u>140.0</u>	<u>97.6</u>
Coef de Variación	9.0	17.5	10.7	13.3

Las medias seguidas de la misma letra dentro de cada localidad y fecha no difieren estadísticamente ($p < 0.05$). NS: diferencia no significativa.

(*) = Existe interacción *fecha x cultivar* con $p_{error} < 0.057$.

5. CONCLUSIONES

1. El atrasar la fecha de siembra y trasplante ocasiona disminución en el rendimiento total y comercial en los tres cultivares.
2. La fecha de siembra con la cual se obtiene un mayor rendimiento total y comercial es principios de abril.
3. El cultivar Pantanoso del Sauce C.R.S es el de mayor rendimiento total y comercial en todas las fechas de siembra y trasplante.
4. Las variables de crecimiento del cultivo, que presentan una correlación alta y positiva, con el rendimiento y peso de bulbo son:
 - Duración del área foliar durante bulbificación.
 - Area foliar al inicio de la bulbificación.
 - Peso fresco al inicio de bulbificación.
 - Días de trasplante a inicio de bulbificación.
5. Para un mismo cultivar y fecha de siembra se observan importantes diferencias en los rendimientos, de acuerdo al suelo en el que se realiza el cultivo. Los suelos con mayores rendimientos fueron Vertisol Canelón Grande y Brunosol C.R.S.

6. RESUMEN

En 1997 se evaluó la influencia del ciclo sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivares Texas EG502 (precoz), Pantanoso del Sauce (semiprecoz) y Valcatorce (tardío). El estudio se realizó en condiciones de secano y con una densidad de 250.000pl/há, en 4 localidades de Canelones: Brunosol y Vertisol del Centro Regional Sur (C.R.S) en Joanicó, Brunosol en Pantanoso del Sauce y Vertisol en Canelón Grande.

Se utilizaron 3 fechas de siembra y trasplante (16/7, 13/8 y 10/9). El diseño en cada ensayo fue de parcelas divididas en 4 bloques completos al azar, con la fecha de trasplante como parcela grande y el cultivar como parcela chica.

El cultivar Pantanoso del Sauce tuvo un rendimiento superior respecto a los cultivares Valcatorce y Texas para las tres fechas de trasplante del ensayo. Este mayor rendimiento se sustentaría en mayor peso al trasplante, mayor área foliar al inicio de la bulbificación y una mayor duración del área foliar durante la bulbificación.

Los mayores rendimientos totales y comerciales se lograron con la fecha de trasplante más anticipada (julio), disminuyendo al trasplantar en Agosto, y en forma más importante en Septiembre. En tres de las cuatro localidades, el efecto de la fecha sobre el rendimiento total dependió del cultivar (interacción cultivar x fecha).

El Vertisol Canelón Grande y el Brunosol CRS lograron mayores rendimientos para una misma fecha de trasplante y cultivar que el Vertisol CRS y especialmente el Brunosol Pantanoso. Se observó un mejor comportamiento relativo del cultivar Valcatorce en las localidades de mayor potencialidad, lo que muestra la interacción entre el ciclo fenológico y el ambiente, es decir la distinta adaptación de los diferentes cultivares a los distintos ambientes.

7. SUMMARY

The influence of the cultivar cycle on the growth and yield of the crop was studied. The cultivars Texas EG502, Pantanos del Sauce CRS, and Valcatorce were grown in 1997, as representative of early, second-early and late cycle respectively. The trials were carried out without irrigation, 25 plants/m², at 4 locations in Canelones (South Uruguay): Brunosol and Vertisol in Joanicó, Brunosol in Pantanos del Sauce, and Vertisol in Canelón Grande.

Three sowing and transplanting dates (16/7, 13/8 and 10/9) were included. The experimental design in each trial was split plots, with 4 randomized completed blocks. Transplanting date was the main plot, and the cultivar the small plot.

Pantanos del Sauce yielded higher than Valcatorce and Texas across transplanting dates. This difference was supported on a larger plant weight at transplant, larger leaf area per plant at bulbing onset, and larger leaf area duration during bulbing. The lowest yield of Texas was related with a shorter transplant to bulbing onset period, which yields smaller leaf area per plant at bulbing onset. Valcatorce was negatively affected by losses in leaf area due to leaf diseases during bulbing and close to harvest date.

High total and commercial yields were achieved under early sowing and transplanting dates (July), decreasing when transplanting in August and even more in September. There was interaction transplanting date x cultivar in three out of four locations. Leaf area duration during bulbing, leaf area at bulbing onset and plant weight at bulbing onset were the growth variables better correlated on crop yield.

For each cultivar and transplanting date, the Vertisol in Canelón Grande and the Brunosol in Joanicó shown higher yields than Vertisol in Joanicó and specially the Brunosol in Pantanos del Sauce. Valcatorce yield was comparatively higher in locations with higher potential than Texas. This shows an interaction between the cycle and the potential of the environment; in other way, the adaptation of each cultivar to different environments.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ALDABE, L. 1977. Cebolla (traducción de JONES H. Y MANN L.,1963: Onion and their allies). Montevideo, DIAFI. 140p.
2. AGUIRRE S.; FRUCTOS, M. 1998. Efecto de distintos abonos verdes, estiércol de bosque y dosis de nitrógeno sobre el comportamiento productivo de cebolla dulce en suelos arenosos. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 50 p.
3. AMBROSSONI, E.; GENTA, H. 1995. Calidad de Plantín. Producción de cebolla dulce para exportación. Serie Actividades de difusión N° 46, INIA. pp 49-61
4. ARBOLEYA, J. , CAPRA , G. , ALBIN , A .,1993. Producción de cebolla en la zona Sur. Boletín de divulgación Abril , N° 29. INIA LAS BRUJAS. 91p.
5. BALLESTRINO, L.; VARGA, C. 1999. Variabilidad intrapoblacional de dos tipos locales de cebolla (*Allium cepa* L) y de sus líneas endocriadas derivadas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 51p.
6. BREWSTER, J. L. 1994. Onions and other vegetable alliums. Crop Production Science in Horticulture .serie n° 3. CAB International. Wallingford. UK. p236.
7. BREWSTER, J. L. 1990a. Physiology of Crop Growth and Bulbing. In: Brewster, J.L.; Rabinovitch, H. D. Onions and allied crops (Vol.1).
8. BREWSTER, J.L.1990b. The Influence of Cultural and Environment on The Time of Maturity of Bulb Onion Crops. AFRC Institute of Horticultural Research, Wellesbourne, United Kingdom. p280-287.
9. BREWSTER, J. L.,1977. The fisiology of the onion. Horticultural Abstracts 47 (1): 17-23.
10. BREWSTER, J. L.; RABINOVICH, H. D. 1990a. Onions and allied crops (Vol 2) Agronomy, Biotic Interactions, Pathology, and Crop Protection. CRC press. Florida, EEUU. 320p.

11. BREWSTER, J. L.; RABINOVICH, H. D. 1990b. Onions and allied crops (Vol 1) Physiology of Crop Growth and Bulbing. Physiology and Genetics. CRC press. Florida, EEUU. 320p.
12. CARBALLO, S.; TELESCA, J.; CABOT, M. 2001. Validación de tecnologías de secado y manipuleo de cebolla. (PROVA). Revista del PREDEG. Año 4, N°26, marzo 2001. p11-13.
13. COMPIANI L.; D'ACUNTI, M. 1994. Influencia de la época de siembra de bulbillos, tamaño de bulbillos y cultivar en el rendimiento y calidad de bulbos de cebolla. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 64p.
14. DELGADO, D.; PIERI, S. 2000. Efectos de diferentes dosis y fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad de la cebolla. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p.
15. DOGLIOTI Y TOMASINO. 1991. La semilla hortícola en el Uruguay. Montevideo. Agrodata. 60 p.
16. FRIONI M., ROLANDO, D. 1998. Susceptibilidad de variedades, poblaciones locales de cebolla a enfermedades en la etapa de almácigo. Trabajo de tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 73p.
17. GALMARINI C., 1997. Características botánicas y fisiológicas pp18-25 en Manual del cultivo de la cebolla. Publicación del INTA, Centro Regional Cuyano. 128 p.
18. GARCIA, F. et al. 1979. Efecto del riego y la población de plantas sobre la producción y calidad del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L). Uruguay, M.G.A.P., Dirección de Uso y Manejo del Agua. Boletín 3. 20p.
19. GARCIA, M.; DE LA PEÑA, C. 1983. Efecto de la densidad de siembra y de la fertilización nitrogenada en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 183p.
20. GALVAN G., 1999. Jornada sobre el cultivo de cebolla. Centro Regional Sur. Facultad de Agronomía. 19p.
21. GONZALEZ, P.; HACKEMBRUCH, F. 1995. Análisis de crecimiento de dos poblaciones de cebolla (*Allium cepa* L) en dos fechas de siembra. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.

22. GUIMARAES, D.; VIZZOTTO V.; DITTRICH, R. 1988. Mudas e épocas adequadas resultam em sucesso de produção e qualidade. EMPASC, Ituporanga. Agop.Catarinense, Marzo 1988. p 11-13.
23. GENTA, H.; AMBROSONI, S. 1995. Producción de cebolla dulce para exportación. Serie de Actividades de difusión N° 46, INIA. P. 49-61.
24. IZQUIERDO, J.A.; MAESO, C.R.; VILLAMIL, J. 1981. Efecto de las fechas de almácigo y de trasplante sobre la producción de cebollas valencianas. Investigaciones Agronómicas (Uruguay) 2(1):34-37.
25. KASEK, R.; MELOGNIO R. 1995. Influencia de la época de siembra y la densidad de plantación en el rendimiento y calidad de bulbillos de cebolla (*Allium cepa* L.) para propagación. Trabajo de tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía, 82p .
26. NIEVES, D.; RUIZ, A. 1995. Influencia de la época de siembra, tamaño y posición de los bulbillos en el rendimiento y calidad de los bulbos de cebolla (*Allium cepa* L.). Trabajo de tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 81p.
27. METTANANDA, K.A.; FORDHAN, R. 1999. The effects of plant size and leaf number on the bulbing of tropical short-day onion cultivars (*Allium cepa* L) under controlled environments in the United Kingdom and tropical field conditions in Sri Lanka. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 74(5):622-631.
28. METTANANDA K.A. Y FORDHAM R.,1997. The effects of 12 and 16 hour daylength treatments on the onset of bulbing in 21 onion cultivars (*Allium cepa* L) and its application to screening germplasm for use in the tropics. The Journal of Horticultural Science (1997), 72(6):981-988.
29. NIEVES D.; RUIZ A.,1995. Influencia de la época de siembra, tamaño y posición de los bulbillos en el rendimiento y calidad de los bulbos de cebolla (*Allium cepa* L.). Trabajo de tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 81p.
30. Relevamiento de suelos del C.R.S.1997. Cátedra de Edafología. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
31. VAZQUES MELO, D. 1989. Probabilidad de déficit hídrico en el suelo del Uruguay. Montevideo. 40p.

9. ANEXOS

Figura 6. Rendimiento total (kg/ha), según fecha en el Vertisol C.R.S

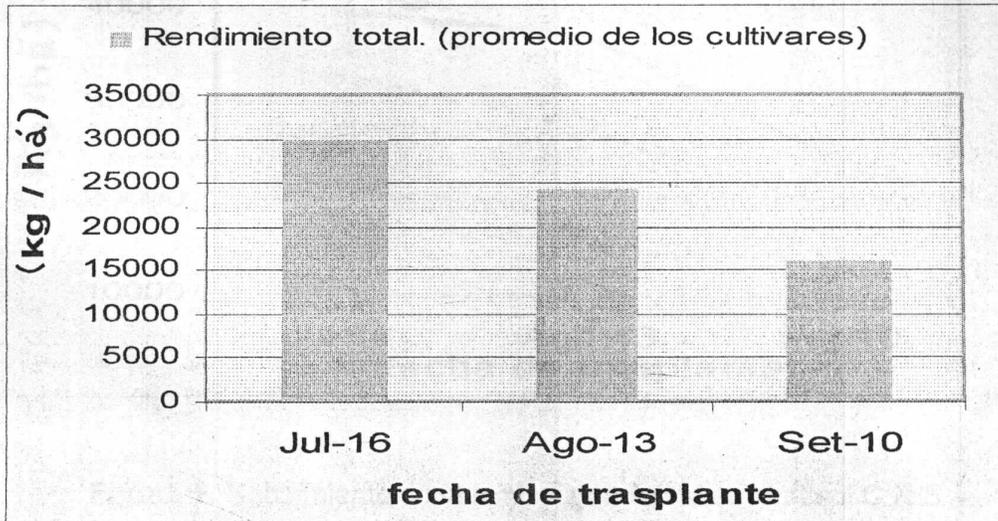


Figura 7. Rendimiento total (kg/ha), según cultivar en el Vertisol C.R.S

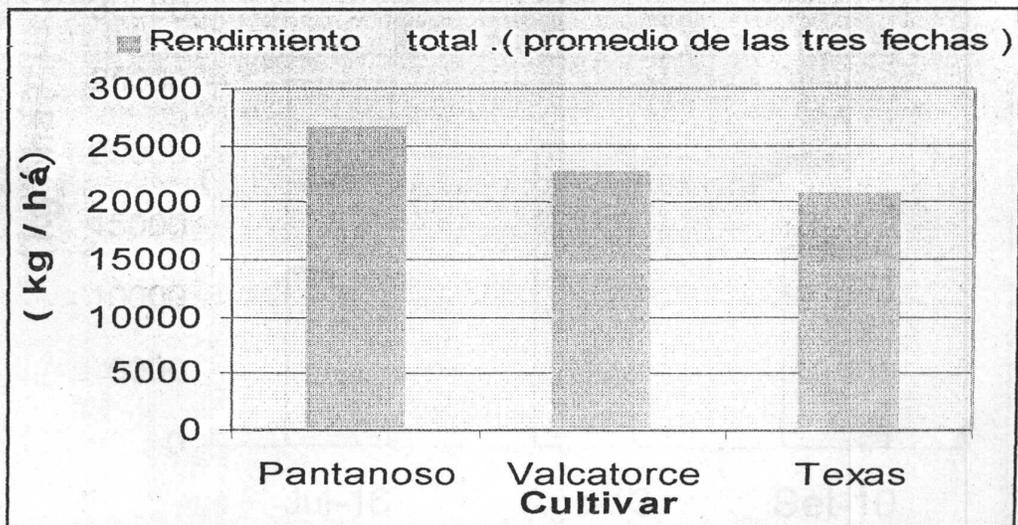


Figura 8. Rendimiento total, según cultivar y fecha en Brunosol C.R.S.

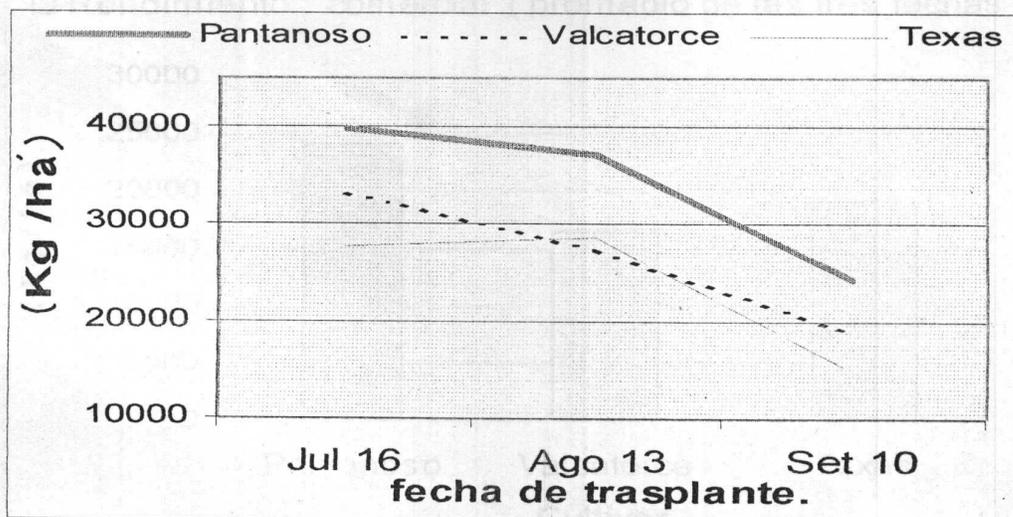


Figura 9. Rendimiento comercial, según fecha en Vertisol C.R.S

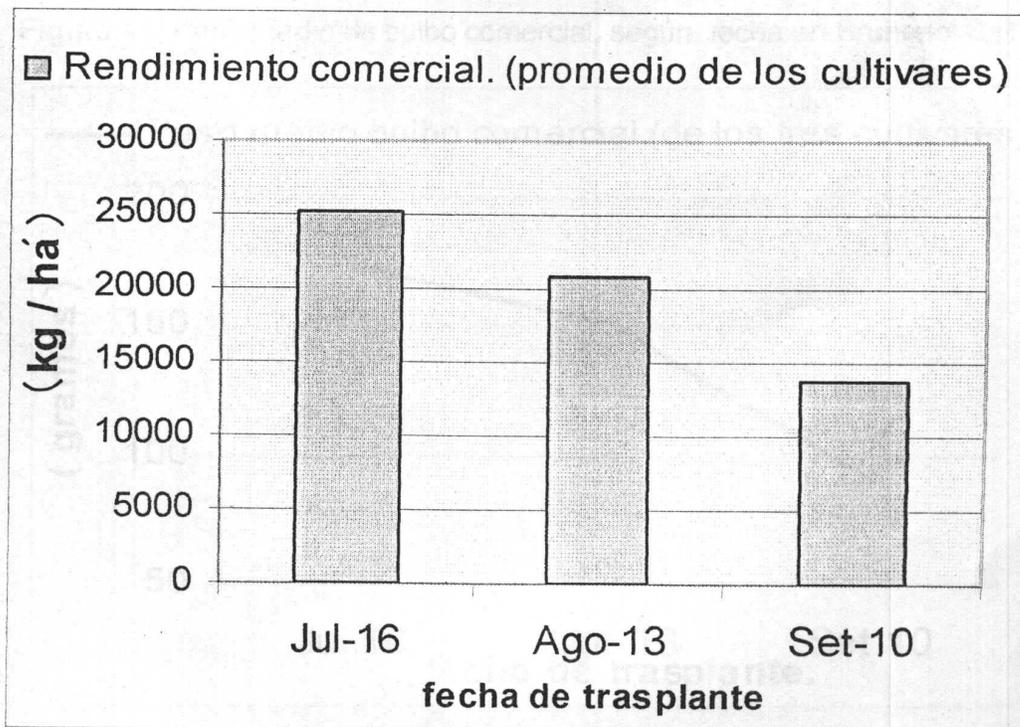


Figura 10. Rendimiento comercial, según cultivar en Vertisol C.R.S.

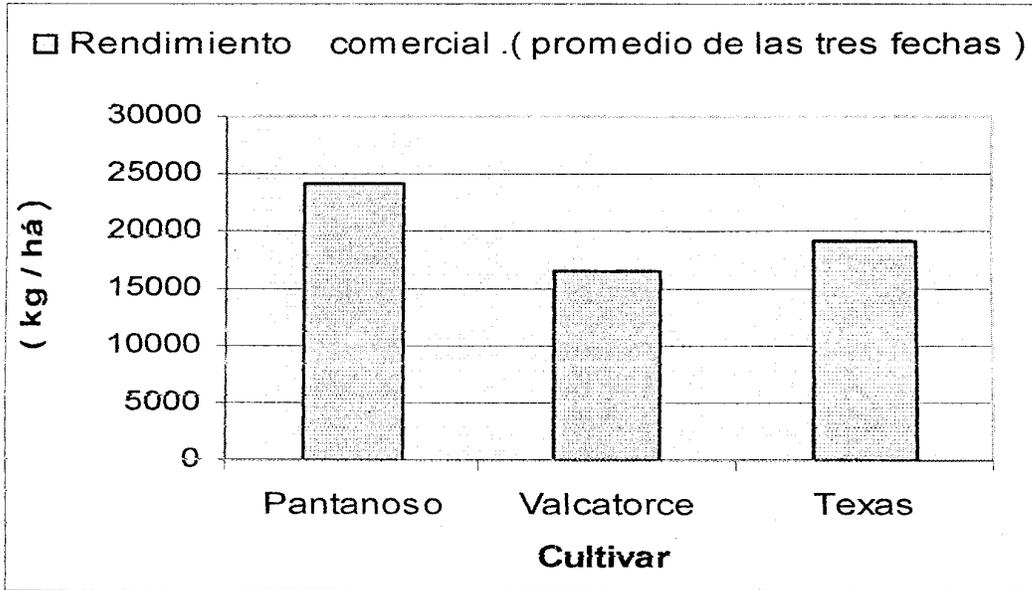


Figura 11. Peso medio de bulbo comercial, según fecha en Brunosol C.R.S.

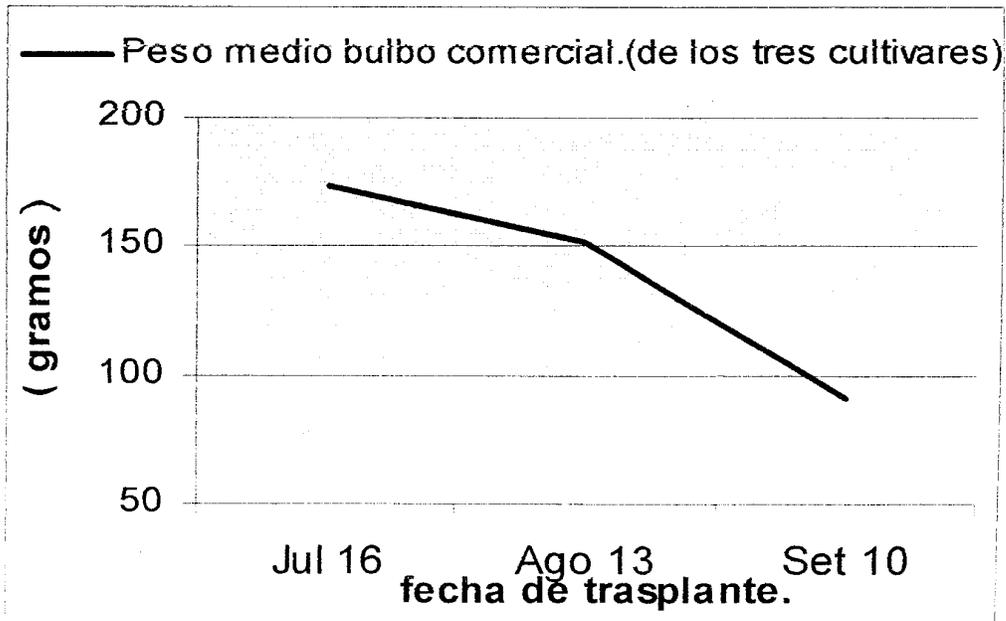


Figura 12. Peso medio de bulbo comercial, según cultivar en Brunosol C.R.S.

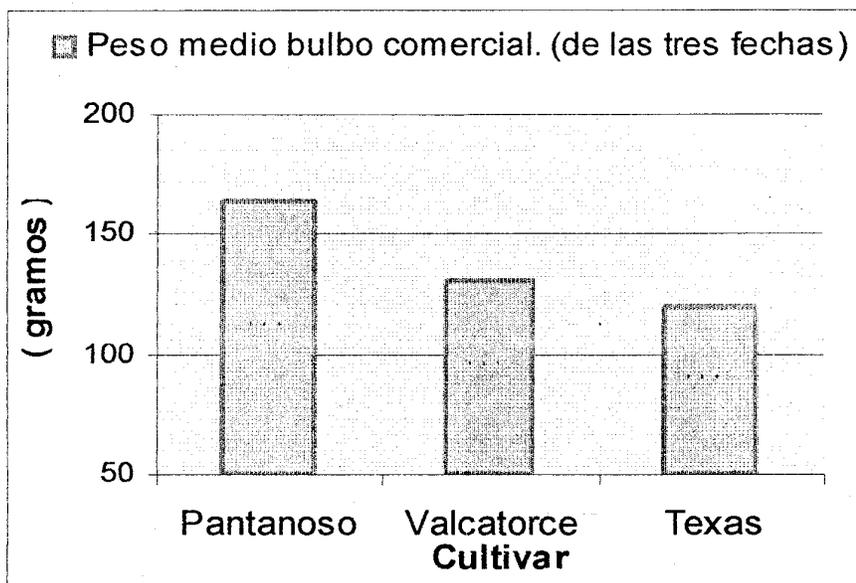


Figura 13. Peso medio de bulbo comercial, según cultivar y fecha en Brunosol C.R.S.

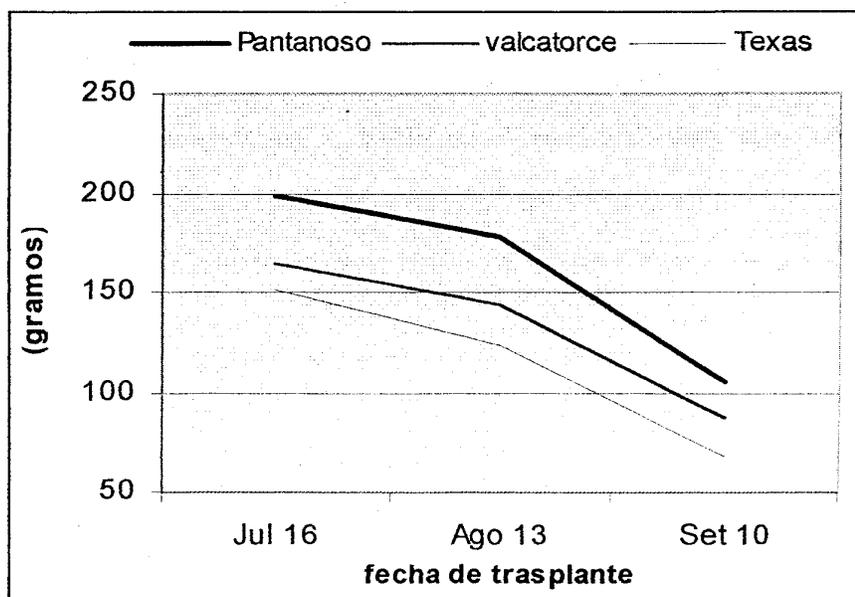
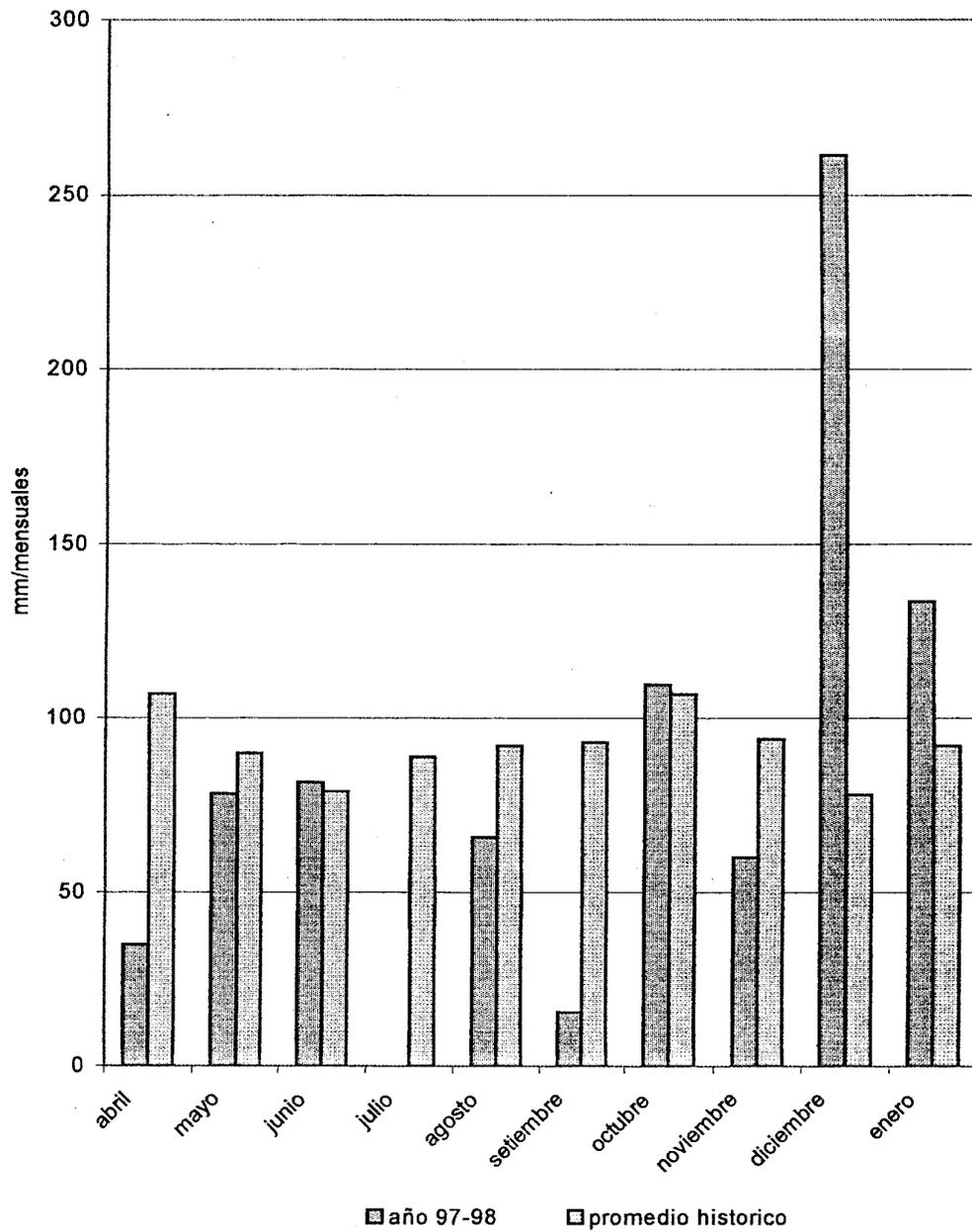


Figura 14. Precipitaciones durante el ensayo (1997-98) y promedio histórico



Fuente: (datos de la Cátedra de Agrometeorología de Facultad de Agronomía).

Figura 15. Registros climatológicos durante el ensayo (Abril1997-Enero1998)

Mes	decada	Precipitación (mm)	temp.media (°C)	Evap.tan.A (mm)
Abril	1	4,3	18,4	42,7
Abril	2	18,2	21,4	25,1
Abril	3	12,5	16,9	32,9
Mayo	1	4,5	18,4	24,2
Mayo	2	43	18,7	21,5
Mayo	3	30,8	10,6	15,3
Junio	1	55,3	13,6	13
Junio	2	22,6	12,4	20,3
Junio	3	3,6	9,7	15,9
Julio	1	0	9,5	20,6
Julio	2	0	9,9	28
Julio	3	0	17,5	23
Agosto	1	0,4	10,1	18
Agosto	2	50,9	15,4	28,8
Agosto	3	14,6	16,3	24,1
Set	1	14	13,7	30,2
Set	2	0	11,5	32,8
Set	3	1,6	13,3	34
Oct	1	33	15,4	38,8
Oct	2	68,2	15,4	49,8
Oct	3	8,4	17,8	41,7
Nov	1	22,5	18,1	50,3
Nov	2	6,9	17,8	60,6
Nov	3	30,6	19,7	77,3
Dic	1	64,2	19,5	50,1
Dic	2	73,2	19,8	58,7
Dic	3	123,9	19,9	48,3
Ene	1	108,3	20,5	63,8
Ene	2	6,2	21,0	67,1
Ene	3	18,9	21,8	40,4

Fuente: - Cátedra de Agrometeorología para precipitación y temperatura.
 - Estación Experimental Las Brujas INIA para datos de evaporación

Cuadro 18. Variables de crecimiento según fecha de trasplante, cultivar y localidad.

Fecha	PFT (22d)	AF (22d)	Nºde días		PFT	AF	AF	DAF	DAF	PFB
			tr-ib	ib-um	lb	ib	um	ib-um	medio	um
Ensayo Brunosol CRS										
Texas										
Julio 16	3,7	36,7	92	36	150	856	232	32378	899	194
Agosto 13	3,5	44,2	72	27	101	631	428	15278	566	133
Setiembre 10	4,9	51,0	55	37	21,9	189	94,4	6600	178	89
Pantanoso										
Julio 16	4	41	106	42	158	997	528	43962	1047	238
Agosto 13	3,7	45,6	82	38	175	1130	425	33109	871	197
Setiembre 10	4,5	48,8	66	44	56	425	23,6	12909	295	102
Valcatorce										
Julio 16	3,3	43,3	121	54	167	1003	4	35166	645	199
Agosto 13	3,7	27,9	103	43	86,1	573	159	29187	674	189
Setiembre 10	2,1	19,8	90	35	60	370	270	13361	382	97
Ensayo Vertisol CRS										
Texas										
Julio 16	3,1	39,7	85	43	84,9	516	656	35397	823	184
Agosto 13	3,7	51,8	75	24	79,4	575	497	15149	631	122
Setiembre 10	3,2	65,1	61	31	35,5	255	87,7	6273	202	95
Pantanoso										
Julio 16	3,9	42,6	104	44	176	1092	424	42246	953	236
Agosto 13	3,8	38,7	87	33	109	762	373	21240	644	151
Setiembre 10	3,8	46,5	68	42	62,2	469	38,1	13125	312	129
Valcatorce										
Julio 16	1,5	20,7	123	52	114	649	77,8	33029	635	226
Agosto 13	2,0	26,4	104	42	87,3	566	147	21219	504	176
Setiembre 10	2,4	26,9	85	40	80,3	575	58,2	16428	411	121

PFT: peso fresco total; AF: área foliar; TR: trasplante; IB: inicio de bulbificación; UM: último muestreo; DAF: duración del área foliar; PFB: peso fresco bulbo.

Cuadro 19. Comparación entre variables de crecimiento y Rendimiento, según cultivar y fecha de trasplante para el Brunosol CRS.

Cultivar	Nºde días		PFT lb	AF lb	DAF ib-um	PFB Total Cosecha	Plantas cosechadas (%)	Rendi- miento Total Kg/ha	Rendi- miento cmercial Kg/ha
	tr-ib	ib-um							
<i>Julio 16</i>									
Pantanoso	106	42	158	997	43962	198	80	39626	35144
Valcatorce	121	54	167	1003	35166	163	82	33267	23323
Texas	92	36	150	856	32378	151	73	27663	24045
<i>Agosto 13</i>									
Pantanoso	82	38	175	1130	33109	178	83	37150	35162
Texas	72	27	101	631	15278	125	92	28666	27907
Valcatorce	103	43	86	573	29187	144	76	27290	20419
<i>Setiembre 9</i>									
Pantanoso	66	44	56	425	12909	106	92	24350	23606
Valcatorce	90	35	60	370	13361	87	87	18908	14854
Texas	55	37	22	189	6600	68	87	14848	13309

Cuadro 20. Comparación entre variables de crecimiento y rendimiento, según cultivar y fecha de trasplante para el Vertisol CRS.

Cultivar	Nºde días		PFT lb	AF lb	DAF ib-um	PFB Cos	Plantas cosechadas (%)	Rendi- miento Total Kg/ha	Rendi- miento cmercial Kg/ha
	tr-ib	lb-um							
<i>Julio 16</i>									
Pantanoso	104	44	176	1092	42246	163	79	32359	26752
Valcatorce	123	52	114	649	33029	146	80	29332	23389
Texas	85	43	85	516	35397	155	73	28310	25496
<i>Agosto 13</i>									
Pantanoso	87	33	109	762	21240	138	80	27659	26269
Texas	75	24	79	575	15149	113	84	23853	22426
Valcatorce	104	42	87	566	21219	114	74	21117	13789
<i>Setiembre 9</i>									
Pantanoso	68	42	62	469	13125	87	91	19876	19477
Valcatorce	85	40	80	575	16428	87	83	18025	12355
Texas	61	31	35	255	6273	62	68	10528	9187

Cuadro 21. Peso medio de bulbos (gramos), por fecha de trasplante en cada localidad de ensayo. .

Cultivar	Brunosol CRS	Vertisol CRS	Vertisol C.Grande	Brunosol P.Sauce	Media general
<i>Julio 16</i>					
Texas	151	155	149	89	
Pantanosos	198	163	199	137	
Valcatorce	164	146	168	121	
<u>Media</u>	<u>151</u>	<u>155</u>	<u>172</u>	<u>116</u>	<u>149</u>
<i>Agosto 13</i>					
Texas	124	113	102	63	
Pantanosos	178	138	161	99	
Valcatorce	144	114	152	92	
<u>Media</u>	<u>149</u>	<u>122</u>	<u>138</u>	<u>85</u>	<u>124</u>
<i>Setiembre 10</i>					
Texas	68	62	89	74	
Pantanosos	106	87	92	89	
Valcatorce	87	87	101	68	
<u>Media</u>	<u>87</u>	<u>79</u>	<u>94</u>	<u>77</u>	<u>84</u>

Cuadro 22. Peso medio de bulbos (gramos), por cultivar en cada localidad de Ensayo.

Fecha de Trasplante	Brunosol CRS	Vertisol CRS	Vertisol C.Grande	Brunosol P.Sauce	Media general
<i>Texas Early Grano</i>					
Julio 16	151	155	149	89	
Agosto 13	124	113	102	63	
Setiembre 10	68	62	89	74	
<u>Media</u>	<u>114</u>	<u>110</u>	<u>113</u>	<u>75</u>	<u>103</u>
<i>Pantanosos del Sauce</i>					
Julio 16	198	163	199	137	
Agosto 13	178	138	161	99	
Setiembre 10	105	87	92	89	
<u>Media</u>	<u>160</u>	<u>129</u>	<u>151</u>	<u>108</u>	<u>137</u>
<i>Valcatorce</i>					
Julio 16	164	146	168	121	
Agosto 13	144	114	152	92	
Setiembre 10	87	87	101	68	
<u>Media</u>	<u>132</u>	<u>116</u>	<u>140</u>	<u>94</u>	<u>121</u>

Cuadro 23. Rendimiento total (Kg/ha) de cada cultivar según fechas de trasplante en cada localidad de ensayo.

Fecha de Trasplante	Localidad de ensayo			
	Brunosol C.R.S	Vertisol C.R.S	Vertisol C.Grande	Brunosol P.Sauce
<i>Cultivar Texas Early Grano 502</i>				
Julio 16	27662	28309	31584	19697
Agosto 13	28665	23852	22250	14899
Setiembre 10	14847	10527	20118	15545
<i>Cultivar Pantanoso del Sauce C.R.S</i>				
Julio 16	39625	32358	43127	31523
Agosto 13	37150	27658	34467	20592
Setiembre 10	24349	19875	20319	20609
<i>Cultivar Valcatorce</i>				
Julio 16	33266	29332	40517	20842
Agosto 13	27290	21117	26480	17051
Setiembre 10	18907	18024	19226	12849

Cuadro 24. Rendimiento comercial (Kg/ha) de cada cultivar según fechas de trasplante en cada localidad de ensayo.

Fecha de Trasplante	Localidad de ensayo			
	Brunosol C.R.S	Vertisol C.R.S	Vertisol C.Grande	Brunosol P.Sauce
<i>Cultivar Texas Early Grano 502</i>				
Julio 16	24044	25496	29633	18939
Agosto 13	27906	22425	20844	13424
Setiembre 10	13309	9187	19187	14619
<i>Cultivar Pantanoso del Sauce C.R.S</i>				
Julio 16	35143	26752	38897	30543
Agosto 13	35162	26269	32617	20311
Setiembre 10	23605	19477	19229	20187
<i>Cultivar Valcatorce</i>				
Julio 16	23323	23389	32230	13096
Agosto 13	20419	13788	19811	10440
Setiembre 10	14854	12355	16350	9554